

UBALDO JOSÉ COSTA DOS ANJOS

PROLONGAMENTO DA VIDA PÓS-COLHEITA DE FLORES DE *Asystasia gangetica* T. ANDERS COM SOLUÇÕES DE TIOSSULFATO DE PRATA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, para obtenção do título de “Magister Scientiae”

VIÇOSA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2001

UBALDO JOSÉ COSTA DOS ANJOS

PROLONGAMENTO DA VIDA PÓS-COLHEITA DE FLORES DE *Asystasia gangetica* T. ANDERS COM SOLUÇÕES DE TIOSSULFATO DE PRATA

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fisiologia Vegetal, para obtenção do título de “Magister Scientiae”

APROVADA: 27 de abril de 2001

---

Prof. Fernando Luíz Finger  
(Conselheiro)

---

Prof. Rolf Puschmann  
(Conselheiro)

---

Prof. Paulo Roberto Mosquim

---

Prof. Fábio Murilo Da Matta

---

Prof. Raimundo Santos Barros  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, nosso Pai, pela Sua presença constante e pela graça concedida para a realização de mais esta etapa de minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em particular ao Departamento de Biologia Vegetal, pela formação acadêmica e à CAPES (Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela concessão da bolsa de estudo.

Aos meus pais, Maria José Costa dos Anjos e Guilherme Honorato dos Anjos, pelo amor e pela atenção e, em especial, à minha Mãe, pelo incentivo, pela compreensão e pelo acompanhamento nas horas boas e ruins da vida.

Aos meus irmãos, Emerson, Jorge Luiz, Cleber Guilherme e Alison.

Às minhas irmãs, Selma Solange, Sônia Simone e Kadja Cristina.

À Luciana Mendonça Araújo e sua família, por sua presença constante, sendo fonte de carinho, paciência e entusiasmo.

Ao professor Raimundo Santos Barros, pela orientação, compreensão e amizade.

Aos professores Fernando Luiz Finger e Rolf Puschmann, pelo aconselhamento e pela amizade.

Aos professores Paulo Roberto Mosquim, José Cambraia, Fábio Murilo Da Matta e Juraci Alves de Oliveira, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos demais professores da Universidade Federal de Viçosa que colaboraram, quando solicitados.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação, em especial a Ana Lúcia, Fábio Zanella, Renilton e Daniela, pela amizade e pelo companheirismo.

Aos funcionários do Setor de Parques e Jardins da UFV, pela ajuda e cooperação.

Às secretárias e aos laboratoristas, pela cooperação.

O meu sincero reconhecimento e a minha gratidão a todos que, direta ou indiretamente, deram sua contribuição para a realização deste trabalho.

## **BIOGRAFIA**

UBALDO JOSÉ COSTA DOS ANJOS, filho de Guilherme Honorato dos Anjos e Maria José Costa dos Anjos, nasceu em Uruçuca, Estado da Bahia, a 29 de agosto de 1969.

Em fevereiro de 1995, graduou-se em Engenharia Agrônômica pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Em abril de 1999, ingressou no Curso de Mestrado em Fisiologia Vegetal na UFV.

## ÍNDICE

	Página
RESUMO .....	vi
ABSTRACT .....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	6
2.1 Material Vegetal.....	6
2.2 Modos de preparação de tiosulfato de prata.....	7
2.3 Efeito de modos de preparação de soluções de tiosulfato de prata.....	8
2.4 Efeito da prata em diferentes concentrações.....	9
2.5 Influência do tempo do pulso do tiosulfato de prata.....	9
2.6 Eficácia das soluções de tiosulfato de prata em estacas de diferentes comprimentos.....	9
2.7 Aplicação de íons $Ag^+$ na forma de pulverização.....	9
2.8 Fornecimento de íons $Ag^+$ por imersão direta dos botões florais em solução de tiosulfato de prata e nitrato de prata.....	10
2.9 Efeito do íon $Ag^+$ na inibição da ação do Ethrel.....	10
2.10 Efeito da alteração das vias de aplicação das soluções de tiosulfato de prata Ethrel.....	10
2.11 Envelhecimento da solução de tiosulfato de prata.....	11
2.12 Influência da água de torneira na preparação do tiosulfato de prata.....	11
2.13 Delineamento experimental.....	11
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	12
3.1 Efeito de modos de preparação de soluções de tiosulfato de prata.....	12
3.2 Efeito da prata em diferentes concentrações.....	15
3.3 Influência do tempo do pulso do tiosulfato de prata.....	17

3.4 Eficácia das soluções de tiosulfato de prata em estacas de diferentes comprimentos.....	21
3.5 Aplicação de íons $Ag^+$ na forma de pulverização.....	23
3.6 Fornecimento de íons $Ag^+$ por imersão direta dos botões florais em solução de tiosulfato de prata e nitrato de prata.....	26
3.7 Efeito do íon $Ag^+$ na inibição da ação do Ethrel.....	27
3.8 Efeito da alteração das vias de aplicação das soluções de TSP e de Ethrel.....	31
3.9 Envelhecimento da solução de tiosulfato de prata.....	34
3.10 Influência da água de torneira na preparação do tiosulfato de prata.....	37
4. CONCLUSÕES.....	42
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44
ANEXO.....	53

## RESUMO

ANJOS, Ubaldo José Costa dos, M.S., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2001. **Prolongamento da vida pós-colheita de flores de *Asystasia gangetica* T. Anders com soluções de tiosulfato de prata.** Orientador: Raimundo Santos Barros. Conselheiros: Fernando Luíz Finger e Rolf Puschmann

Visando-se estudar a eficiência de técnicas de preparação da solução de tiosulfato de prata (TSP) no prolongamento da vida pós-colheita de flores de *Asystasia gangetica*, bases de secções de ramos florais de aproximadamente 0,20 m de comprimento foram imersas naquelas soluções de prata ( $0,5 \text{ mol m}^{-3}$ ), por 60 min, e as secções posteriormente transferidas para copos de vidro com água de torneira. Tratamentos de pulverização das flores com soluções de TSP e de nitrato de prata também foram efetuados. Soluções de TSP preparadas pelas técnicas propostas foram capazes de bloquear o efeito do Ethrel (composto liberador de etileno) na abscisão floral mais eficientemente do que as soluções tradicionais. Quando aplicadas em forma de pulverização ou em imersão direta dos botões, as soluções de  $\text{AgNO}_3$  e TSP foram igualmente eficientes em inibir a ação do Ethrel.

Soluções de TSP preparadas pelas técnicas propostas e armazenadas por períodos de até 69 dias, em frascos escuros, em geladeira, mostraram-se mais eficientes no prolongamento da vida pós-colheita das flores do que as soluções preparadas pelos modos tradicionais. Quando preparadas em água de torneira, as soluções de TSP foram bastante eficazes, independentemente do nível de cloreto de potássio (até  $115 \text{ mg L}^{-1}$ ). Água de torneira, portanto, pode ser utilizada no preparo de soluções de TSP.

Atribuindo-se uma pontuação arbitrária à eficácia das soluções de TSP nos vários experimentos executados, tornou-se possível classificar as diversas

técnicas de preparação, em ordem decrescente: Cristais – Lento (solução de nitrato de prata vertida vagarosamente sobre cristais sólidos de tiosulfato de sódio), Cristais Invertido – Lento (solução de tiosulfato de sódio vertida vagarosamente sobre cristais sólidos de nitrato de prata), Cristais Invertido – Rápido (solução de tiosulfato de sódio vertida rapidamente sobre cristais sólidos de nitrato de prata), Solução Tradicional – Rápido (solução de nitrato de prata vertida rapidamente sobre a solução de tiosulfato de sódio) e Solução Tradicional – Lento (solução de nitrato de prata vertida lentamente sobre a solução de tiosulfato de sódio). Em seguida veio a solução de nitrato de prata puro; obviamente o menor efeito no prolongamento da vida pós-colheita das flores foi produzido com o controle, i. e, tratamento das estacas com água destilada pura.

## ABSTRACT

ANJOS, Ubaldo José Costa dos, M.S. Universidade Federal de Viçosa, April 2001. **Prolongation of post-harvest life of *Asystasia gangetica* T. Anders flowers with silver thiosulphate solutions.** Adviser: Raimundo Santos Barros. Committee Members: Fernando Luiz Finger and Rolf Puschmann.

With the objective of studying the efficiency of the techniques of preparation of silver thiosulphate solutions (TSP) for prolonging postharvest life of *Asystasia gangetica* flowers, the basal parts of floral branch sections 0,20 m long were immersed into those silver solutions ( $0,5 \text{ mol m}^{-3}$ ) for 60 minutes, The sections were afterwards transferred to glass cups containing tap water. Flowers were also sprayed with TSP and silver nitrate solutions. Solutions of TSP as prepared by the proposed techniques were observed to block the action of Ethrel (an ethylene releasing compound) in flower abscission more promptly than solutions prepared by the traditional ways. The silver nitrate and TSP solutions were equally efficient in inhibiting the Ethrel action, when either applied to flower buds by spraying or by their direct immersion into solutions. Solutions of TSP as prepared through the proposed techniques and stored for different periods (up to 69 days) in dark flasks, in a common freege, were kept a greater efficiency in prolonging flower post-harvest life rather than solutions prepared by the traditional ways. When prepared with tap water, TSP solutions were quite effective, irrespective of the levels of chloride ions (up to  $115 \text{ mg L}^{-1}$ ). Tap water therefore can thus be recommended in for the preparation of silver thiosulphate solutions. If an arbitrary score as based in the efficiency of the TSP solutions as prepared by the several techniques, in the experiments here performed, a classification of them in decreasing order was obtained as followed: Crystals – Slow (the silver nitrate solution was slowly poured on solid crystals of sodium thiosulphate); Inverted Crystals – Slow (solution of sodium thiosulphate was slowly poured on solid crystals of silver nitrate); Inverted

Crystals – Fast (solution of sodium thiosulphate was fastly poured on solid crystals of silver nitrate); Traditional Solution – Fast (solution of silver nitrate was fastly poured on to the solution of sodium thiosulphate); and Traditional Solution – Slow (solution of silver nitrate was slowly poured on to the solution of sodium thiosulphate). The next are was the solution of pure silver nitrate. The smallest effects in the prolongation post-harvest life of flowers were produced treatments with pure water.

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil a área de produção de flores e plantas ornamentais é de mais ou menos 4500 ha, sendo cultivadas aproximadamente 400 espécies e 2000 variedades. Conforme o Instituto de Economia Agrícola de São Paulo, a floricultura brasileira movimentou, anualmente, um bilhão de dólares, com perspectiva de crescimento anual de 20% (ARRUDA et al 1996). A floricultura no país vem avançando gradativamente e, atualmente, está consolidada como uma atividade de importância sócio-econômica. Apesar do incremento nas técnicas de cultivo e da comercialização das plantas ornamentais, grande parte do produto colhido se perde durante o transporte ou armazenamento ineficientes.

Flores de corte possuem limitada vida pós-colheita, dadas suas características fisiológicas e morfológicas. Vida pós-colheita é o tempo de vida útil do produto; no caso de flores, o tempo em que se mantêm túrgidas e sem danos aparentes, geralmente poucos dias.

As flores se deterioram, como ocorre com as frutas e hortaliças, em virtude de processos fisiológicos da natureza senescente. O processo de senescência, em tecidos vegetais, é mediado por uma série de transformações bioquímicas e fisiológicas, altamente coordenadas, como o aumento da síntese e da atividade de enzimas hidrolíticas, a degradação de amido e clorofila, a perda da compartimentalização celular e o surgimento da respiração climatérica, em algumas espécies (KAYS 1991). No Brasil, até recentemente, pouca atenção era dispensada aos estudos sobre a vida pós-colheita, transporte e armazenamento de plantas ornamentais, embora frutas e hortaliças tenham sido razoavelmente estudadas. De acordo com estimativas publicadas nos Estados Unidos em 1970, a água era o único meio usado para aumentar-se a vida pós-colheita de flores de corte (NOWAK & RUDNICKI 1990). Contudo, as pesquisas sobre métodos de manuseio pós-colheita das flores têm progredido muito nos últimos 20 anos,

dispondo-se já de tecnologias que melhoram significativamente a preservação floral.

A aparência, qualidade e longevidade das plantas dependem das condições de cultivo, da época exata de colheita e dos tratamentos pós-colheita, relacionados às características genéticas, fisiológicas e anatômicas de cada espécie (NOWAK & RUDNICKI 1990).

A fisiologia pós-colheita de um grande número de flores de corte tem sido intensivamente investigada para se prolongar sua vida prateleira. Dentre vários fatores, o balanço hídrico desempenha importante papel no estabelecimento da longevidade (KAYS 1991). O estresse hídrico pode induzir a produção de etileno e acelerar a senescência de muitas flores de corte, como cravo (BOROCHOV et al 1982) e antúrio (PAULL & GOO 1985).

A taxa de produção de etileno pelas plantas superiores varia de um órgão para outro (WOLTERING et al 1994) e com os diferentes estádios de desenvolvimento (BROWN et al 1986). A regulação da produção de etileno nas plantas deve-se a fatores internos, ambientes ou a estresses (ABELES et al 1992). O etileno causa muitos efeitos adversos em plantas, como perda da cor verde, murchamento prematuro (HARDENBURG et al 1988), abscisão de flores e folhas e aceleração da senescência (REID 1985), reduzindo o valor comercial de folhas, flores, frutos e hortaliças e de folhagem ornamental (KADER 1985). A promoção da senescência pelo etileno, em produtos vegetais colhidos, resulta em rápida deterioração e conseqüente abreviação da vida pós-colheita. A incidência e severidade das desordens causadas pelo etileno dependem de alguns fatores como espécie, idade fisiológica do produto, temperatura (MAXIE et al 1973), concentração de etileno no ambiente e duração da exposição a esse gás (CAMERON & REID 1981).

O etileno desempenha importante papel durante a senescência de plantas, via efeitos diretos e indiretos, na regulação do metabolismo. Em flores, o etileno afeta importantes processos que culminam com a perda de qualidade ou redução da longevidade, como enrolamento de pétalas, perda da cor (TJOSVOLD et al 1994), abscisão (DOI & REID 1996), murchamento (MAYAK et al 1977), dormência de gemas, epinastia e senescência (SEREK 1993). Etileno, em concentrações de 0,5  $\mu\text{L L}^{-1}$  ou superiores, induz fechamento de flores em cravos (MAXIE et al 1973) e

em *Kalanchoe blossfeldiana* (MAROUSKY & HARBAUGH 1979). *Rosa hybrida* 'Victor Parade', exposta a  $0,6 \mu\text{L L}^{-1}$  do gás, perde rapidamente folhas e botões florais (SEREK et al 1994b).

As flores exibem graus variados de sensibilidade ao etileno. Essa sensibilidade difere entre cultivares da mesma espécie (BRANDT & WOODSON 1992), e com a idade das flores (BROWN et al 1986). Algumas flores são altamente suscetíveis ao etileno, como cravo e orquídeas, sensíveis a baixas concentrações do gás ( $1$  a  $3 \mu\text{L L}^{-1}$ ), durante 24 h de exposição. Outras são menos suscetíveis, como tulipa e antúrio, sensíveis apenas a concentrações 10 a 100 vezes maiores (NOWAK & RUDNICKI 1990). Muitas são pouco sensíveis ou insensíveis, como gladiolos (SEREK et al 1994a) e *Hemerocallis hybrid* 'Cradle Song' (LAY-YEE et al 1992). Exposição de flores de *Gloriosa rothschildiana* (JONES & TRUETT 1992) e de *Cyclamen persicum* (HALEVY et al 1984) a  $50 \mu\text{L L}^{-1}$ , por 24 h, não acelerou o processo de senescência e essas flores, aparentemente, pertencem ao grupo das insensíveis. Em algumas plantas, a resposta ao etileno é acompanhada por uma indução autocatalítica das enzimas envolvidas na síntese desse gás.

O aumento do tempo de vida útil de várias flores pode ser alcançado pelo uso de substâncias que reduzem a sensibilidade das plantas ao etileno (SEREK et al 1994b) ou inibem sua síntese ou ação (ABELES et al 1992).

A resposta ao etileno é mediada pela ligação do gás a um receptor específico. Esse receptor tem sido caracterizado e existem evidências da participação de proteínas associadas com membranas (MARANGONI et al 1996), provavelmente uma metalo-proteína (KNEE 1992).

A prata tem sido utilizada como inibidor não-competitivo da ação de etileno (BEYER 1976, KNEE 1992). Pensa-se que os íons prata atuem sobre grupos tióis de alguma proteína da parede celular, ou sobre proteína receptora localizada na superfície externa da membrana plasmática, ou ainda sobre proteínas que estejam envolvidas na transdução do sinal (KNEE 1992, SANDERS et al 1986), suprimindo a ação do gás e, portanto, aumentando a longevidade de flores de corte (NICHOLS et al 1982). Tratamento de flores de cravo (*Dianthus caryophyllus*) com prata inibe a ação do etileno (BROWN et al 1986). O uso de nitrato de prata prolonga a vida pós-colheita de flores das orquídeas *Cattleya* spp.

(BEYER 1976), *Dendrobium* sp. 'Pompadour' (KETSA et al 1995) e antúrios (PAULL & GOO 1982).

O aumento da vida pós-colheita de flores de *Lathyrus odoratus* tratadas com prata não decorre apenas da extensão da vida de flores individuais, mas também da inibição de abscisão de flores e do estímulo à abertura de botões (MOR et al 1981). *Rosa hybrida* 'Victor Parade', tratada com solução  $0,2 \text{ mol m}^{-3}$  de tiosulfato de prata (TSP), tem diminuída em 50% a queda de botões florais, o que resulta em aumento significativo do número de flores abertas por planta (SEREK et al 1994b).

O fornecimento da prata via corte produz menor efeito sobre a longevidade de cravos do que a aplicação direta nas flores (HAVELY & KOFRANEK 1977). Isso é atribuído à baixíssima mobilidade do íon  $\text{Ag}^+$  no xilema das hastes florais (REID et al 1980a). A quelatização da prata na forma de tiosulfato incrementa bastante a mobilidade do metal, facilitando sua absorção e posterior translocação via xilema até os sítios de ação do etileno (VEEN & Van GEIJN 1978, REID et al 1980a). Para que a prata se transloque por toda a haste, os sítios carregados negativamente na parede dos vasos do xilema devem estar saturados, em virtude de sua alta afinidade pelo íon (COOK & Van STANDEN 1987). O tiosulfato de prata (TSP), por seu turno, não está, ou está em menor extensão, sujeito à adsorção e a processos de troca no xilema. O TSP é geralmente aplicado em pulso em solução, que consiste no carregamento dos tecidos florais com o íon prata (HALEVY et al 1978). A mobilidade do TSP no tecido vegetal é maior que a do íon prata (VEEN & Van GEIJN 1978), sendo o TSP usado comercialmente (HARDENBURG et al 1988), constituindo-se em tratamento obrigatório de algumas flores de corte para exportação (GORSEL 1994). O TSP funcionaria também como um tampão para os íons prata, mantendo os níveis de  $\text{Ag}^+$  numa faixa constante (KNEE 1992).

A sensibilidade das flores à prata varia com a formulação da solução e a concentração do íon a ser utilizada, variando também com a espécie (CAMERON & REID 1981, REID et al 1980b). Tratamento de flores de cravo com TSP aumentou significativamente sua vida pós-colheita, enquanto o nitrato de prata foi ineficaz na conservação das flores (MOR et al 1981).

Devido à instabilidade do TSP em solução, seu modo de preparação, a partir da combinação de soluções de  $\text{AgNO}_3$  e  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ , assume importância considerável no prolongamento da vida pós-colheita das flores. Tanto a ordem de mistura das soluções, como tempo e temperatura de estocagem da solução final podem afetar consideravelmente a eficiência do complexo TSP na inibição da ação do etileno na senescência de flores (HEINS et al 1984).

Várias maneiras de preparação da solução de TSP têm sido desenvolvidas. Nos modos tradicionais de preparação, emprega-se, comumente, uma parte de  $\text{Ag}^+$ , à concentração de  $0,5 \text{ mol m}^{-3}$ , para quatro partes de tiosulfato ( $2 \text{ mol m}^{-3}$ ) (HEINS et al 1984); verte-se, então, vagarosamente, a solução de nitrato de prata sobre a solução de tiosulfato de sódio (REID et al 1980a, NOWAK & RUDNICKI 1990); ou, então, a solução de  $\text{AgNO}_3$  é vertida rapidamente (HEINS et al 1984). O complexo deve ser preparado imediatamente antes da sua utilização. Em laboratório, tem-se observado-se que a preparação do complexo, vertendo-se rapidamente a solução de  $\text{Ag}^+$  sobre os cristais sólidos de tiosulfato de sódio tem produzido resultados bastante satisfatórios (BARROS RS, RIBEIRO DM, FRIGERI RBC, dados não publicados). O TSP assim preparado tem-se mostrado eficaz e bastante estável, sendo, portanto, passível de larga utilização. Existe a possibilidade, portanto, de empregarem-se modos alternativos de preparação dessa solução anti-etilênica.

O objetivo do presente trabalho é investigar a eficácia de modos alternativos de preparação do TSP, em comparação com os modos tradicionais, buscando-se desenvolver metodologia adequada, e de fácil aplicação, que permita manter uma boa qualidade e maior vida pós-colheita de flores de corte, suficiente para comercialização e uso. Em suma, buscar-se-á simplificar as técnicas tradicionais de preparo de solução de TSP.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Material Vegetal

Ramos florais de asistásia rósea ou coromande (*Asystasia gangetica* T. Anders, Acanthaceae), cultivadas em jardim em frente ao Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa (MG), foram utilizados devido à abundância de material, facilidade de manuseio, continuidade de produção de flores durante o ano, e pelo fato de as flores se mostrarem sensível ao Ethrel (ácido 2-cloroetilfosfônico). A asistásia é uma planta herbácea perene, reclinada ou ascendente, muito ramificada, originária da Índia e da Malásia, de 0,30 a 0,50 m de altura, com folhas largo-ovaladas e cordiformes. As flores são laterais ou terminais, em forma de sino, róseo-arroxeadas. A espécie é cultivada a pleno sol ou meia-sombra; em jardineiras ou vasos, comporta-se como planta pendente (LORENZI & SOUZA 1995).

Os ramos florais eram colhidos e imediatamente transportados para o laboratório, onde os ensaios foram conduzidos. Após o processo de seleção, os ramos eram uniformizados em estacas de aproximadamente 0,20 m de comprimento (à exceção de ensaios especiais). Flores abertas e botões eram removidos da estaca com uma pinça, de modo que permanecessem com apenas um botão floral, em estágio de pré-abertura, e com umas poucas folhas. As secções eram colocadas em béquer de 250 mL de capacidade, juntamente com aproximadamente 50 mL das soluções-teste, de modo que suas bases (aproximadamente 20 mm) ficassem submersas nas soluções. As estacas eram mantidas por uma hora (à exceção de alguns ensaios) nas soluções-teste, após o que suas bases eram lavadas com água de torneira e, em seguida, 10 delas (uma repetição) eram transferidas para copos de vidro de aproximadamente 200 mL de capacidade, contendo mais ou menos 50 mL de água de torneira. Os copos eram

mantidos em balcão sob condições de laboratório, simulando as condições internas de uma casa, sendo a renovação da água feita sempre que necessária.

O efeito dos tratamentos era registrado a cada dois dias, contando-se o número de flores abertas, e botões e flores caídos, nas respectivas estacas. Tomou-se como longevidade (vida pós-colheita) das flores o tempo médio (dias), decorrido entre a abertura de cinco botões e a abscisão de igual número de estruturas florais. Assim, esse período representou o tempo em que pelo menos 50% das flores permaneceram túrgidas e sem danos aparentes (Figura 1).

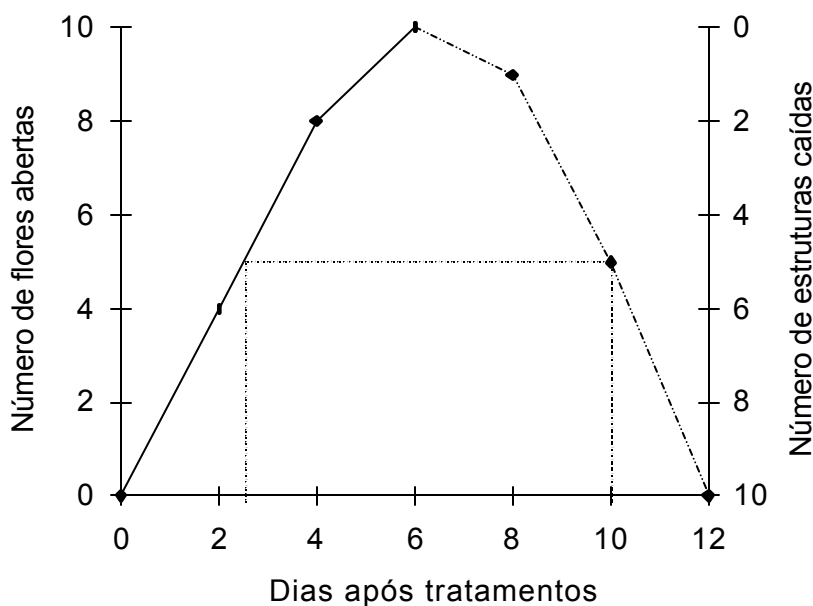


Figura 1. Técnica utilizada para estimar-se a longevidade das flores de assistasia submetidas aos diversos tratamentos. Número de flores abertas (—), número de estruturas caídas (botões e flores) (---), longevidade (.....). No caso, a longevidade correspondeu a um período de 7,5 dias ( $10 - 2,5 = 7,5$ )

## 2.2 Modos de preparação de tiosulfato de prata

Seguindo-se os modos tradicionais de preparação, as soluções de tiosulfato de prata (TSP) eram obtidas, empregando-se, comumente, uma parte de  $\text{Ag}^+$ , à concentração  $0,5 \text{ mol m}^{-3}$ , para quatro partes de tiosulfato ( $2 \text{ mol m}^{-3}$ ) (HEINS et al 1984). Vertia-se, então, vagarosamente (REID et al 1980b, NOWAK & RUDNICKI 1990), ou rapidamente (HEINS et al 1984), a solução de nitrato de prata (ou de tiosulfato de sódio) sobre a outra solução de tiosulfato de sódio (ou

de nitrato de prata). Por meio dos modos alternativos estudados, a solução de nitrato de prata (ou de tiosulfato de sódio) era vertida, lenta ou rapidamente, sobre os cristais sólidos de tiosulfato de sódio (ou de nitrato de prata). Os efeitos das soluções de TSP sobre a conservação pós-colheita de flores de asistásia eram determinados expondo-se as estacas a soluções preparadas pelos seguintes modos:

- 1- Solução Tradicional - Lento. A solução de nitrato de prata era vertida lentamente sobre a solução de tiosulfato de sódio.
- 2- Solução Tradicional - Rápido. A solução de nitrato de prata era vertida rapidamente sobre a solução de tiosulfato de sódio.
- 3- Solução Inversa - Lento. A solução de tiosulfato de sódio era vertida lentamente sobre a solução de nitrato de prata.
- 4- Solução Inversa - Rápido. A solução de tiosulfato de sódio era vertida rapidamente sobre a solução de nitrato de prata.
- 5- Cristais - Lento. A solução de nitrato de prata era vertida vagarosamente sobre cristais sólidos de tiosulfato de sódio.
- 6- Cristais - Rápido. A solução de nitrato de prata era vertida rapidamente sobre cristais sólidos de tiosulfato de sódio.
- 7- Cristais Inverso - Lento. A solução de tiosulfato de sódio era vertida vagarosamente sobre cristais sólidos de nitrato de prata.
- 8- Cristais Inverso - Rápido. A solução de tiosulfato de sódio era vertida rapidamente sobre cristais sólidos de nitrato de prata.

As soluções de TSP, resultantes dos diversos modos de preparação, eram mantidas sob agitação constante, durante todo o processo.

Foram também incluídos os tratamentos de exposição das seções de ramos a soluções de  $\text{AgNO}_3$  puro (modo 9) e à água destilada (controle – modo 0).

### **2.3 Efeito dos modos de preparação de soluções de tiosulfato de prata**

Para avaliar-se a eficácia dos modos de preparação das soluções de TSP, as soluções foram preparadas no momento da utilização, seguindo-se as técnicas descritas e aplicadas à base das estacas florais, em pulso de uma hora. Em seguida, as estacas eram transferidas para copos com água de torneira, e

deixadas em balcão no laboratório, para avaliação do efeito dos modos de preparação TSP na vida pós-colheita das flores. Em todos os ensaios o controle consistiu de água destilada, na qual as bases das estacas foram imersas, semelhantemente aos demais tratamentos.

## **2.4 Efeito da prata em diferentes concentrações**

Para investigarem-se os efeitos dos níveis de  $\text{Ag}^+$ , soluções de TSP, às concentrações de 0,05, 0,1, 0,5, 1,0, 5,0 mol  $\text{m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , foram preparadas no momento de utilização, seguindo-se as técnicas descritas e aplicadas às secções florais, em pulso de uma hora. Em seguida, as secções eram transferidas para copos com água de torneira.

## **2.5 Influência do tempo do pulso do tiosulfato de prata**

Para avaliar-se a longevidade das flores de asistásia em relação ao tempo de exposição aos tratamentos, as secções foram expostas por 10, 30, 60 e 120 min a soluções de TSP, preparadas seguindo-se as técnicas descritas acima. Após a permanência naquelas soluções, as secções eram transferidas para copos com água de torneira.

## **2.6 Eficácia das soluções de tiosulfato de prata em estacas de diferentes comprimentos**

As diversas soluções de TSP, à concentração de 0,5 mol  $\text{m}^{-3}$ , foram preparadas no momento da utilização e aplicadas às estacas florais com comprimentos 0,10, 0,20 e 0,30 m, em pulso de uma hora. Em seguida, as secções eram transferidas para copos com água de torneira.

## **2.7 Aplicação de íons $\text{Ag}^+$ na forma de pulverização**

Soluções de TSP, preparadas seguindo-se as técnicas descritas, foram pulverizadas nas secções de ramos florais, numa tentativa de investigar-se a

eficácia da prata fornecida por esse meio, em comparação com a maneira em que a prata foi fornecida à base das estacas sob a forma de imersão.

## **2.8 Fornecimento de prata por imersão direta dos botões florais em solução de tiosulfato de prata e de nitrato de prata**

Soluções de TSP, preparadas seguindo-se as técnicas descritas, foram utilizadas para imersão dos botões florais por um período de 15 min, numa tentativa de investigar-se a eficácia da prata fornecida por esse meio, em comparação com as maneiras em que a prata foi fornecida à base das estacas, sob a forma de imersão, e por meio da pulverização.

## **2.9 Efeito do íon prata na inibição da ação do Ethrel**

Buscando-se conhecer o efeito do íon prata na inibição da ação do etileno, secções de ramos florais foram expostas a soluções de Ethrel (ácido 2-cloroetilfosfônico, composto liberador de etileno), em diferentes concentrações. Após conhecimento da solução de concentração apropriada de Ethrel indutora da abscisão floral, as estacas foram expostas a soluções de TSP preparadas seguindo-se as técnicas descritas, e também combinadas com Ethrel. As secções permaneceram em pulso, por uma hora, naquelas soluções. As soluções de TSP e de Ethrel também foram utilizadas em seqüência direta e inversa, de modo que as secções permaneciam em pulso de uma hora em cada uma das soluções. Posteriormente, eram transferidas para copos com água de torneira.

## **2.10 Alteração das vias de aplicação das soluções de TSP e de Ethrel**

Secções de ramos florais foram expostas a soluções de Ethrel, à concentração de  $0,1 \text{ mol m}^{-3}$ , em pulso de uma hora. Em seguida, as estacas foram pulverizadas com as soluções de TSP preparadas seguindo-se as técnicas descritas. As soluções de TSP e de Ethrel também foram aplicadas em seqüência direta e inversa. O Ethrel também foi fornecido em pulverização dos botões florais e as soluções de TSP fornecidas via imersão das bases das secções, em

seqüência direta e inversa. Posteriormente, as estacas eram transferidas para copos com água de torneira.

### **2.11 Envelhecimento da solução de tiosulfato de prata**

O efeito do período de armazenamento das soluções de TSP na longevidade pós-colheita das flores de asistásia foi investigado pela exposição de secções de ramos florais, por uma hora, às soluções de TSP preparadas das diversas maneiras. As soluções foram preparadas de ante-mão e armazenadas por diferentes períodos em frascos escuros de vidro, em geladeira. Após exposição àquelas soluções de “idades” diferentes, as estacas eram transferidas para os copos contendo água de torneira.

### **2.12 Emprego de água de torneira na preparação do tiosulfato de prata**

Diversas amostras de água de torneira da cidade de Viçosa, Minas Gerais, foram empregadas na preparação das diversas soluções de TSP. Em seguida, as estacas tratadas eram transferidas para os copos com água de torneira.

Os teores de cloreto nas águas de torneira foram determinados pela técnica de Mohr (ver MORITA & ASSUMPÇÃO 1972). Em experimento seqüencial, água bidestilada contendo cloreto de potássio em diferentes níveis foi utilizada na preparação das soluções de TSP. As soluções foram aplicadas, em pulso de uma hora, às estacas florais, que eram posteriormente transferidas para os copos com água de torneira, para avaliarem-se os efeitos do cloreto na preparação do TSP e também para observação de possíveis sintomas de toxidez sobre as flores de asistásia.

### **2.13 Delineamento experimental**

O delineamento experimental dos diversos ensaios foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento. Cada unidade experimental dos diversos tratamentos constava de dez secções de ramos florais, contidas em copo com água de torneira, por repetição. As diferenças de médias entre os tratamentos foram avaliadas pelo teste de Duncan, em nível de 5%.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Efeito dos modos de preparação de soluções de tiosulfato de prata

Este experimento foi realizado para investigar-se a eficácia dos modos alternativos de preparação de soluções de tiosulfato de prata (TSP), em relação às maneiras tradicionais. Buscou-se desenvolver metodologia adequada e de aplicação prática, que permitisse manter uma boa qualidade e maior vida pós-colheita de flores de corte, suficiente para comercialização e uso. A melhor maneira de aplicação de íons  $\text{Ag}^+$  deve variar com a espécie, a formulação da solução, a concentração do íon e com o tempo de exposição das flores ao íon. Os íons  $\text{Ag}^+$  foram aplicados na forma de nitrato de prata e TSP a flores de asistásia para avaliação da eficácia das soluções na conservação das flores.

Soluções de TSP, à concentração de  $0,5 \text{ mol m}^{-3}$  do íon  $\text{Ag}^+$ , e preparadas de diversos modos, foram eficazes em aumentar a vida pós-colheita das flores, como também o foi, em menor grau, a solução de  $\text{AgNO}_3$  puro, em relação à água destilada (Tabela 1). A solução de  $\text{AgNO}_3$  foi eficaz também em cravo (HAVELY & KOFRANEK 1977), gerânio (MIRANDA & CARLSON 1981), orquídea (*Cattleya*) (BEYER JR 1976), *Dendrobium* 'Pompadour' (KETSA et al 1995), antúrios (PAULL & GOO 1982) e outras flores (VEEN 1983). Contudo, o  $\text{AgNO}_3$  é relativamente imóvel no xilema das hastes e sua aplicação em pulso é considerada pouco eficaz na conservação das flores, pois move-se a uma razão de  $30 \text{ mm dia}^{-1}$  (ABELES et al. 1992). Em cravo, o aumento na concentração do íon  $\text{Ag}^+$  na solução de  $\text{AgNO}_3$  causou um ligeiro incremento na mobilidade do íon ( $2 \text{ mol m}^{-3} - 30 \text{ mm dia}^{-1}$ ;  $8 \text{ mol m}^{-3} - 80 \text{ mm dia}^{-1}$ ;  $20 \text{ mol m}^{-3} - 160 \text{ mm dia}^{-1}$ ) (VEEN & Van GEIJN 1978).

As flores de asistásia tratadas com solução de  $\text{AgNO}_3$  apresentaram incremento na longevidade de 73%, em relação a longevidade das flores não tratadas (Tabela 1). Resultados semelhantes foram obtidos em flores de antúrio, com mais de 50% de aumento na vida pós-colheita. O TSP foi, contudo, mais eficaz em estender a vida pós-colheita das flores de antúrio do que o  $\text{AgNO}_3$  (PAULL & GOO 1982). VEEN & Van GEIJN (1978) mostraram que o complexo TSP é capaz de mover-se mais rapidamente no xilema que os íons  $\text{Ag}^+$  ( $\text{AgNO}_3$ ) em cravo, sendo mais eficientemente absorvido e translocado até os locais de ação do etileno. O TSP, além de aumentar a mobilidade do elemento no tecido vegetal, faz também diminuir o efeito tóxico do íon (REID et al. 1980). Ademais, o TSP funcionaria como um tampão de íons  $\text{Ag}^+$ , mantendo seus níveis numa faixa mais ou menos constante (KNEE 1992). As propriedades inibidoras da prata ao desenvolvimento de microrganismos seriam um outro fator importante na conservação das flores (MAYAK et al 1977). PAULL & GOO (1982) relatam que a prata pode ainda agir como bactericida em antúrio, aumentando, assim, a vida pós-colheita das flores.

Tabela 1. Eficácia de soluções de tiosulfato de prata, à concentração de  $0,5 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , e preparadas por diversos modos, sobre a longevidade de flores de asistásia

Modo de preparação	Longevidade, dias
Contr. (água destilada)	$3,4 \pm 0,4$ e
$\text{AgNO}_3$ puro	$5,9 \pm 0,2$ d
Sol. Trad. – Lento (Ag/TS)	$7,4 \pm 0,8$ c d
Sol. Trad. – Rápido (Ag/TS)	$8,5 \pm 0,7$ c
Sol. Inv.- Lento (TS/Ag)	$7,4 \pm 0,6$ c d
Sol. Inv.- Rápido (TS/Ag)	$7,4 \pm 0,9$ c d
Cristais- Lento (Ag /TS)	$12,2 \pm 0,9$ b
Cristais- Rápido (Ag / TS)	$15,2 \pm 0,6$ a
Cristais Inv.- Lento (TS/Ag)	$12,6 \pm 0,9$ b
Cristais Inv.- Rápido (TS/Ag)	$13,8 \pm 0,6$ a b

As médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan

Segundo TREADWELL (1949), a solução de TSP é instável e quando preparada pelos modos tradicionais, produz menor efeito na longevidade das flores. Quando preparadas pelos modos alternativos, as soluções de TSP produziram maiores longevidades das flores (Tabela 1), estando a eficácia dos

modos de preparação, possivelmente, relacionada com a estabilidade das soluções. As flores de asistásia tratadas com soluções de TSP preparadas pelos modos Cristais – Rápido (Ag/TS), Cristais – Lento (Ag/TS), Cristais Invertido – Rápido(TS/ Ag) e Cristais Invertido – Lento (TS/Ag) apresentaram incrementos em torno de 65 a 105% na vida pós-colheita das flores em relação à longevidade das flores tratadas com a solução de TSP preparada pelo modo Solução Tradicional – Lento (Ag/TS). Soluções de TSP, preparadas pelos modos Cristais – Rápido (Ag/TS) e Cristais Invertido – Rápido (TS/Ag) produziram as maiores longevidades florais, mostrando que, independentemente da ordem de mistura das soluções, o que prevaleceu no preparo das soluções foi o emprego de cristais ( $\text{AgNO}_3$  ou  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) no preparo das soluções de TSP.

O tratamento com TSP foi também eficaz na conservação das flores de antúrio (*Anthurium andraeanum*) (PAULL & GOO 1985), cravo (*Dianthus caryophyllus*) e rosa (*Rosa hybrida*) (REID et al. 1989). Em contraste, o tratamento foi ineficaz em estender a vida de gladiolos (*Gladiolus* sp) (SEREK et al 1994a), de flores de *Chamelaucium uncinatum* (JOYCE 1993), de *Heliconia latispatha* 'Distans' (MACHADO et al 1999) e de ave-do-paraíso (FINGER et al 1999). Observou-se, no presente trabalho, que a eficácia dos tratamentos variou de acordo com a formulação da solução, e que as longevidades das flores tratadas com as soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos mostraram-se estatisticamente superiores à longevidade promovida com as soluções de TSP preparadas pelos modos tradicionais.

Com os dados da Tabela 1 foi possível selecionarem-se quatro modos alternativos, Cristais – Lento (Ag/TS), Cristais – Rápido (Ag/TS), Cristais Invertido – Lento (TS/Ag) e Cristais Invertido – Rápido (TS/Ag) para investigações posteriores sobre o emprego de TSP na conservação das flores de asistásia. O modo alternativo Cristais – Rápido (Ag/TS) já foi exhaustivamente estudado no Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, tendo-se observado que a solução de TSP assim preparada foi muito eficaz na conservação das flores de asistásia (BARROS RS, RIBEIRO DM, dados não publicados). Portanto, as soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos seriam passíveis de larga utilização por floricultores.

Segundo STABY & REID (1980), 30% das flores colhidas se deterioram prematuramente, devido às desordens causadas pelo etileno. Para os produtores

o uso das soluções de TSP preparadas pelos modos aqui propostos poderia contribuir para minimizar as perdas ocorridas pelos efeitos do etileno.

### 3.2 Efeito da prata em diferentes concentrações

Soluções de TSP com diferentes concentrações de  $\text{Ag}^+$  foram testadas, para determinação da melhor concentração de prata nas soluções de TSP para o aumento da longevidade de flores de assistásia.

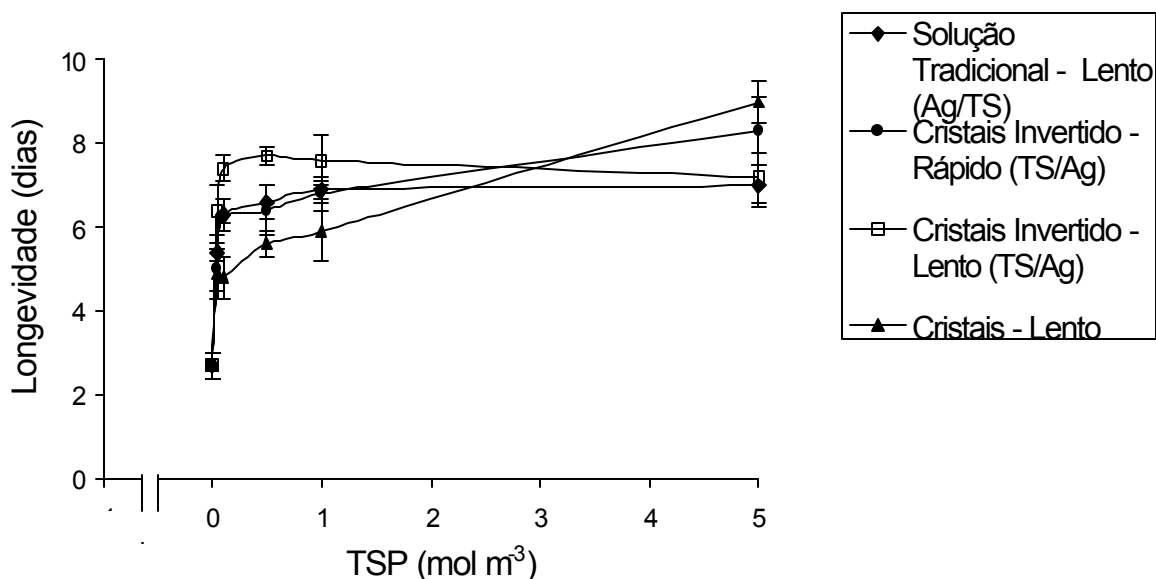


Figura 2. Efeito de íons  $\text{Ag}^+$ , em diferentes concentrações e fornecidos em soluções de TSP preparadas por diferentes modos, na longevidade das flores de assistásia

Concentração excessiva do íon  $\text{Ag}^+$  pode mostrar-se fitotóxica às flores, enquanto concentrações muito baixas podem não produzir efeitos na conservação das flores (CAMERON & REID 1981, REID et al 1980a).

A Figura 2 mostra que a longevidade das flores tratadas com as soluções de TSP preparadas pelos diversos modos foi crescente com o aumento do nível do íon  $\text{Ag}^+$ . Dados semelhantes foram obtidos por STABY & REID (1980), na conservação das flores de cravo. A Figura 2 ainda mostra que sob as concentrações entre 0,05 e 1,0 mol m<sup>-3</sup>, a solução mais eficaz foi a preparada pelo modo Cristais Invertido – Lento (TS/Ag).

Soluções de TSP preparadas pelos modos Cristais Invertido – Rápido (TS/Ag) e Cristais – Lento (Ag/TS) levaram a maiores longevidades florais, à concentração de  $5,0 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$  (Figura 2). Alguns inconvenientes ocorreram no preparo das soluções de TSP, àquela concentração. Ocorria, comumente, precipitação do íon  $\text{Ag}^+$ , quando a solução de  $\text{AgNO}_3$  (ou de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ ) era vertida sobre os cristais de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (ou de  $\text{AgNO}_3$ ). Para superar-se o problema, a solução de  $\text{AgNO}_3$  ou de  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  era vertida muito lentamente na parede interna do béquer, com o auxílio de um bastão de vidro. Ainda assim, algumas vezes, ocorria precipitação e o processo tinha que ser repetido até obtenção de solução límpida. Assim, a concentração de  $5,0 \text{ mol m}^{-3}$  de prata não deve ser recomendada no preparo da solução de TSP pelos modos alternativos. Solução de prata à concentração de  $4 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , foi eficaz na conservação das flores de antúrio (PAULL & GOO 1985), de cravo (MOR et al 1981) e de *Heuchera sanguinea* (HAN 1998), mas em contraste, a solução de TSP, à concentração de  $4 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , aplicada por 24 h, foi ineficaz na conservação de flores de *Alstroemeria*, por acelerar o amarelecimento das folhas (DAI & PAULL 1991).

Observou-se que a prata em todas as concentrações utilizadas, foi eficaz na conservação das flores, independentemente do modo de preparação das soluções de TSP. As longevidades das flores tratadas com as soluções de TSP foram estatisticamente superiores à longevidade das flores não tratadas. A sensibilidade das flores à prata pode variar com a formulação da solução e com a concentração do íon, variando também com a espécie (CAMERON & REID 1981, REID et al 1980b). Por exemplo, flores de cravo tratadas com solução de TSP, à concentração de  $1 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , apresentaram um aumento na longevidade de 6 para 18 dias. Quando as flores foram tratadas com a solução de TSP, a  $4 \text{ mol m}^{-3}$ , apresentaram longevidades entre 17 a 21 dias (REID et al 1980a). STABY & REID (1980) observaram que a eficácia da solução de TSP aumenta com a concentração da prata. Sob concentrações muito elevadas do íon, a vida pós-colheita das flores pode ser reduzida, provavelmente, devido ao efeito de fitotoxicidade (CAMERON & REID 1981, REID et al. 1980a).

Comparando-se as longevidades das flores tratadas com as soluções de TSP preparadas pelos diversos modos, às mesmas concentrações de  $\text{Ag}^+$ , observou-se que a solução preparada pelo modo Cristais Invertido – Lento (TS/Ag) resultou

em maiores longevidades, a até  $1 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ . Verificou-se também que a longevidade das flores tratadas com a solução de TSP preparada pelo modo Cristais – Lento (Ag/TS), nos níveis testados, não apresentaram diferenças entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan (Figura 2).

Algumas espécies apresentam respostas satisfatória quando tratadas com solução de TSP sob baixa concentração da prata. Flores de cravo, tratadas com solução de TSP à concentração de  $0,46 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , apresentaram aumento na longevidade de 4,2 dias para 8,16 dias pós-colheita (GORIN et al 1985). Resultados semelhantes foram obtidos em flores de *Lathyrus odoratus* tratadas com solução de TSP, à concentração de  $0,2 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , em pulso de duas horas, em que a vida pós-colheita foi aumentada de 2,5 (controle) para 7,2 dias (ICHIMURA & HIRAYA 1999). Sob as concentrações de 0,05 e  $0,1 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , as soluções produziram um menor efeito na conservação das flores de asistásia. Observou-se que a concentração recomendável de prata nas soluções de TSP seria de  $0,5 \text{ mol m}^{-3}$   $\text{Ag}^+$ , na qual as flores apresentaram boa longevidade, com uma média de 6,7 dias de vida pós-colheita (Figura 2).

Com os resultados do experimento, foi possível selecionar-se a concentração de  $0,5 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$  para investigações posteriores sobre a aplicação de TSP na conservação de flores de asistásia. Como o complexo TSP tem sido usado comercialmente em tratamentos de flores de corte (HARDENBURG et al 1988), e considerando-se os resultados produzidos pelos tratamentos com as soluções de TSP e a facilidade no preparo das soluções, pode-se recomendar as soluções de TSP, preparada pelas técnicas propostas, à concentração de  $0,5 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$  em tratamentos pós-colheita de flores de corte tanto para produtores, como também, para os floricultores.

### **3.3 Influência do tempo do pulso do tiosulfato de prata**

Como a solução de TSP é geralmente aplicada em pulso, que é um procedimento adotado para saturar os tecidos florais com açúcares ou outros componentes químicos (HAVELY & MAYAK 1981), o tempo de tratamento pode afetar o resultado do ensaio. O objetivo deste experimento foi investigar diferentes tempos de pulso com solução de TSP, preparadas por diferentes modos,

verificando assim, o tempo necessário para o carregamento dos tecidos florais com a solução de TSP (HAVELY et al 1978a, b).

A longevidade das flores tratadas com as soluções de TSP preparadas pelos diferentes modos foi sempre crescente com o aumento do tempo, atingindo valores máximos sob exposição de 60 e 120 min nos diferentes tratamentos (Tabela 2). O incremento na longevidade das flores de asistásia concorda com os resultados de REID et al (1980), que investigaram o efeito de solução de TSP, à concentração de  $4 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , em diferentes tempos de pulso, 1, 2, 10 e 60 min, sobre a longevidade de flores de cravo. Observaram que a longevidade era crescente em relação ao tempo de exposição das flores na solução de TSP.

O tempo de tratamento das flores com a solução de TSP está diretamente ligado à concentração da solução, podendo variar com a espécie. Por exemplo, flores de cravo tratadas com solução de TSP a  $1 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , por 10 min, apresentaram incrementos na vida pós-colheita das flores (PAULL et al 1977). Flores de *Anthrrium majus* apresentaram maiores longevidades quando tratadas com solução de TSP, à mesma concentração, por 12 h (ANDERSON et al 1993).

Dependendo da concentração de  $\text{Ag}^+$  na solução, o tempo de exposição pode ser maior, para obter-se uma maior eficácia do complexo TSP. Flores de gerânio, expostas a solução de TSP, à concentração de  $0,01 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , por 12 h, mostraram redução na abscisão das pétalas (ANDERSON et al 1993). HAN (1998) empregou solução de TSP, à concentração de  $4 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , em pulso de 0, 4, 8 e 24 h, em flores de *Heuchera sanguinea* e obteve como resultado uma diminuição drástica da abscisão das gemas e das flores. Em tratamento mais prolongado, observou sintomas de fitotoxicidade nas flores, em até 100%, quando as flores eram expostas à solução por 24 h. O tempo de pulso ideal para *Heuchera sanguinea* foi de quatro horas. Em cravo, VEEN & Van GEIJN (1978) usaram pulso de 24 horas com solução de TSP, à concentração de  $2 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , à temperatura ambiente. O tratamento causou injúrias, como necrose nas pétalas e nas folhas, devido, provavelmente, ao tempo em que as flores permaneceram na solução de TSP.

Flores de asistásia tratadas com as soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos apresentaram maiores longevidades que as das flores tratadas com solução de TSP preparada pelo modo Solução Tradicional – Lento (Ag/TS), nos mesmos tempos de pulso. A solução de TSP, preparada pelo modo

Tabela 2. Efeito do tempo de pulso de soluções de tiosulfato de prata, à concentração  $0,5 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , e preparadas por diferentes modos, sobre a longevidade das flores de asistásia

Tempo de exposição, min	Modo de preparação				
	Sol. Trad. Lento (Ag/TS)	Sol. Trad. Ráp. (Ag/TS)	Crist. Lento (Ag/TS)	Crist. Inv. Lento (TS/Ag)	Crist. Inv. Ráp. (TS/Ag)
	Longevidade, dias				
0	$2,9 \pm 0,3$ d	$2,9 \pm 0,3$ d	$2,9 \pm 0,3$ c	$2,9 \pm 0,3$ c	$2,9 \pm 0,3$ b
10	$5,2 \pm 0,2$ c B	$6,5 \pm 0,5$ c A	$7,3 \pm 0,4$ b A	$7,3 \pm 0,6$ b A	$7,6 \pm 0,4$ a A
30	$5,7 \pm 0,3$ bc B	$7,6 \pm 0,5$ bc A	$8,1 \pm 0,2$ b A	$7,6 \pm 0,3$ a b A	$8,0 \pm 0,3$ a A
60	$6,7 \pm 0,4$ ab C	$9,1 \pm 0,3$ a AB	$9,6 \pm 0,7$ a A	$8,5 \pm 0,3$ a AB	$8,0 \pm 0,4$ a BC
120	$7,0 \pm 0,6$ a B	$8,2 \pm 0,4$ a b A	$8,4 \pm 0,5$ a b A	$8,7 \pm 0,2$ a A	$8,2 \pm 0,2$ a A

As letras maiúsculas, nas linhas, referem -se à análise estatística entre os modos de preparo das soluções e as letras minúsculas, nas colunas, referem -se à análise do efeito do tempo de pulso das soluções. As médias seguidas de mesma letra, nas colunas e nas linhas, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan

Solução Tradicional – Lento (Ag/TS) produziu maior longevidade quando o pulso foi de 120 min com 7,0 dias de vida pós-colheita, resultado semelhante aos das flores que foram tratadas, por 10 min, com as soluções de TSP, preparadas pelos modos alternativos (Tabela 2). Flores tratadas com a solução de TSP, preparada pelo modo Solução Tradicional – Lento (Ag/TS) mostraram longevidade semelhante a das flores de *Lathyrus odoratus*, tratadas com solução de TSP, à concentração de  $0,2 \text{ mol m}^{-3}$ , por 120 min (ICHIMURA & HIRAYA 1999). Quando a solução de TSP era preparada pelo modo Solução Tradicional – Rápido (Ag/TS) e aplicada nas flores em diferentes tempos de pulso, observou-se que as longevidades das flores eram semelhantes as longevidades das flores tratadas com soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos (Tabela 2). Pode-se concluir que as soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos são mais eficazes na conservação das flores do que as solução de TSP preparada pelo modo Solução Tradicional – Lento (Ag/TS), podendo as soluções preparadas pelas técnicas propostas serem utilizadas em menor tempo de pulso, com maior eficiência do complexo TSP na preservação das flores.

As longevidades das flores resultantes dos diferentes tempos de exposição à solução de TSP preparada pelo modo Cristais Invertido – Rápido (TS/Ag) foram mais uniformes, não apresentando diferenças significativas entre si. O tempo de exposição de 10 min foi suficiente para a ação da solução de TSP no carregamento dos tecidos florais com o íon prata, enquanto as flores tratadas com solução de TSP preparadas pelos modos tradicionais necessitaram de um maior tempo de exposição (Tabela 2). REID et al (1980a) observaram que a vida pós-colheita de cravo pode ser estendida com solução de TSP, em pulso curto, até mesmo sob baixas concentrações de prata na solução. Como o complexo TSP move-se livremente na corrente transpiratória, a quantidade de prata que atinge a flor depende da quantidade da solução de prata absorvida durante o tempo de tratamento em pulso.

HAVELY & MAYAK (1981) recomendaram como tratamento ideal a manutenção das estruturas na solução por um período entre 12 e 24 horas. Mas a solução de TSP em pulso de uma hora foi utilizada com sucesso na conservação de asistásia. Conclui-se que as soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos podem ser largamente utilizadas por produtores e por floricultores, no tratamento de flores corte, pelo tempo de uma hora de pulso.

### **3.4 Eficácia das soluções de tiosulfato de prata em estacas de diferentes comprimentos**

Este ensaio foi montado para verificar-se a eficácia das soluções de TSP, sobre a longevidade das flores de asistásia, em estacas de diferentes comprimentos. A análise estatística das longevidades das flores tratadas comprovou que as soluções foram igualmente eficazes na conservação das flores e no incremento da vida pós-colheita, independentemente do comprimento das estacas (até 0,30 m). Pequenas variações foram observadas nas flores tratadas com as soluções de TSP preparadas pelos modos Cristais – Lento (Ag/TS) e Cristais Invertido – Lento (TS/Ag), que apresentaram maiores longevidades quando o comprimento de haste foi de 0,20 m e 0,30 m, respectivamente (Tabela 3).

VEEN & Van GEIJN (1978) investigaram a mobilidade de diferentes formas iônicas da prata sobre a longevidade das flores de cravo, em estacas com 0,45 m de comprimento, e observaram que, quando a solução de  $\text{AgNO}_3$  ( $2 \text{ mol m}^{-3}$ ) era aplicada em pulso de 4 h, a prata se movia na haste a  $30 \text{ mm dia}^{-1}$ . Já o complexo TSP é capaz de mover-se no xilema a velocidade de  $2 \text{ m h}^{-1}$ . Desde que a solução de TSP é instável (TREADWELL 1949), o modo de preparo das soluções de TSP assume importância considerável na sua estabilidade. Como o tempo de exposição das estacas as soluções de TSP, à concentração de  $0,5 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , foi de uma hora, pode-se inferir que as variações ocorridas nas longevidades das flores foram devidas ao aumento da estabilidade do íon  $\text{Ag}^+$  nas soluções de TSP.

As longevidades das flores tratadas com as soluções de TSP preparadas pelos diferentes modos foram analisadas, levando-se em consideração o comprimento das estacas de 0,10, 0,20 e 0,30 m, para avaliação da eficácia das soluções de TSP, preparadas pelos diferentes modos, na conservação das flores. Todos os tratamentos mostraram-se superiores ao controle, sem apresentarem, no entanto, diferenças significativas entre si, em nível de 5% de probabilidade (Tabela 3).

As longevidades das flores tratadas com as soluções preparadas pelos modos alternativos foram mais uniformes, indicando que as soluções de TSP preparadas pelos três modos, Cristais – Lento (Ag/TS), Cristais Invertido – Lento

Tabela 3. Efeito da solução de tiosulfato de prata, à concentração  $0,5 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , preparada por diferentes modos, sobre a longevidade das flores de asistásia, em estacas de diferentes comprimentos

	Modo de preparação					
	Controle (Água dest.)	Sol. Trad. Lento (Ag/TS)	Sol. Trad. Ráp. (Ag/TS)	Crist. Lento (Ag/TS)	Crist. Inv. Lento (TS/Ag)	Crist. Inv. Ráp. (TS/Ag)
	Longevidade, dias					
0,10	$2,4 \pm 0,3$ a B	$5,2 \pm 0,7$ a A	$6,0 \pm 1,3$ a A	$6,2 \pm 0,3$ b A	$6,1 \pm 0,3$ b A	$6,3 \pm 0,6$ a A
0,20	$3,8 \pm 0,6$ a C	$6,6 \pm 0,5$ a B	$7,0 \pm 0,4$ a AB	$8,1 \pm 0,5$ a A	$6,7 \pm 0,5$ b AB	$6,9 \pm 0,3$ a AB
0,30	$3,6 \pm 0,8$ a B	$6,5 \pm 1,1$ a A	$7,1 \pm 0,9$ a A	$7,1 \pm 0,4$ ab A	$8,0 \pm 0,4$ a A	$7,1 \pm 0,3$ a A

Comprim. da estaca, m

úsculas, nas colunas, referem-se à análise estatística, entre os modos de preparo das soluções e as letras minúsculas, nas linhas, referem-se à análise do efeito das soluções fornecidas a estacas com diferentes comprimentos. As médias seguidas de mesma letra nas e nas linhas, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan

(TS/Ag) e Cristais Invertido – Rápido (TS/Ag) foram igualmente eficientes na conservação das flores, em todos os ensaios. As flores tratadas com as soluções de TSP preparadas pelo modos tradicionais, Solução Tradicional – Lento (Ag/TS) e Solução Tradicional – Rápido (Ag/TS) apresentaram menores longevidades.

As flores em haste de 0,20 m de comprimento, tratadas com solução de TSP preparada pelo modo Cristais – Lento (Ag/TS) apresentaram longevidades superiores à longevidade das flores tratadas com a solução de TSP preparada pelo modo Solução Tradicional – Lento (Ag/TS), com um aumento de vida pós-colheita em 1,5 dias. Com o comprimento das estacas florais de 0,30 m, todas as soluções de TSP, preparadas por diferentes modos, foram igualmente eficientes na conservação das flores (Tabela 3). Como o complexo TSP é capaz de mover-se a velocidade de  $2 \text{ m h}^{-1}$ , o íon  $\text{Ag}^+$  pôde alcançar as estruturas florais em menos de uma hora (VEEN & Van GEIJN 1978), chegando até os sítios de ação do etileno (REID et al 1980a). As soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos produziram maiores longevidades nas flores, independentemente do comprimento das haste florais, o que comprova que as soluções de TSP, preparadas pelos modos alternativos, são mais eficazes na conservação das flores de assistásia.

### **3.5 Aplicação de íons $\text{Ag}^+$ na forma de pulverização**

A aplicação de íons prata na prevenção da senescência tem demonstrado que a intensidade do efeito depende do tipo de sal de prata e de sua forma de aplicação. O fornecimento da prata em pulso em solução de TSP à flores de cravo resultou em menor longevidade do que quando fornecida via pulverização direta nas flores ou via imersão dos botões em solução (HAVELY & KOFRANNEK 1977). O objetivo deste ensaio foi investigar a eficácia das soluções de prata, aplicadas na forma de pulverização, sobre a longevidade de flores de assistásia.

A pulverização de  $\text{AgNO}_3$  puro produziu menor efeito na longevidade das flores, do que a aplicação na forma de soluções de TSP (Tabela 4). Pode-se inferir que quando a prata é aplicada diretamente nas flores na forma de  $\text{AgNO}_3$ , ela é menos eficiente que na forma de TSP na conservação das flores, possivelmente por não manter os níveis de  $\text{Ag}^+$  numa faixa constante, enquanto

Tabela 4. Eficácia de soluções de prata, à concentração de  $0,5 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , preparadas por diversos modos e aplicadas por diferentes vias, sobre a longevidade das flores de asistásia

Modo de preparação	Imersão da base da estaca	Pulverização dos botões	Imersão dos botões
	Longevidade, dias		
Contr. (água destilada)	$4,2 \pm 0,3$ c	$4,3 \pm 0,3$ d	$4,3 \pm 0,3$ c
Sol. $\text{AgNO}_3$	-	$6,3 \pm 0,2$ c	$6,4 \pm 0,5$ b
Sol. Trad. – Lento (Ag/TS)	$6,1 \pm 0,2$ b	$7,9 \pm 0,4$ b	$6,3 \pm 0,4$ b
Sol. Trad. – Rápido (Ag/TS)	$6,4 \pm 0,6$ ab	$7,9 \pm 0,5$ b	$7,1 \pm 0,3$ ab
Crist.- Lento (Ag /TS)	$7,3 \pm 0,5$ a	$9,1 \pm 0,1$ a	$8,2 \pm 0,3$ a
Crist. Inv. – Lento (TS/Ag)	$7,1 \pm 0,2$ ab	$8,3 \pm 0,3$ ab	$7,3 \pm 0,4$ ab
Crist. Inv.- Rápido (TS/Ag)	$6,7 \pm 0,2$ ab	$8,5 \pm 0,2$ ab	$7,7 \pm 0,3$ a

As médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste Duncan. Não foi possível fazer uma análise entre as vias de aplicação, pois os experimentos foram montados em épocas diferentes

as soluções de TSP funcionaria como um tampão para os íons prata (KNEE 1992).

Flores tratadas com solução de TSP, via pulverização, apresentaram maiores longevidades do que quando as soluções eram fornecidas em pulso em solução, na maioria dos ensaios realizados (Tabela 4). A solução de pulso é considerada tratamento rápido de pré-transporte ou armazenamento que afeta a fase final da vida de flores, prolongando-a mesmo após a transferência para água ou soluções de manutenção. Quando as soluções de prata são fornecidas em pulso, a eficácia da ação da prata depende da absorção e do transporte dos íons  $Ag^+$  nas soluções de TSP e de  $AgNO_3$ , até o local de ação do etileno (VEEN & Van GEIJN 1978, REID et al 1980). Já a aplicação via pulverização depende, apenas da absorção da solução pelos botões florais. As soluções de TSP preparadas pelos diferentes modos foram preparadas com água destilada contendo Tween 80, à concentração de 0,05%, nas soluções.

VEEN & Van GEIJN (1978) investigaram as partes constituintes de flores de cravo, pré-tratadas com solução TSP e observaram que as flores apresentavam acúmulo de prata no receptáculo, o que foi traduzido pela inibição da ação do etileno e conseqüente aumento da longevidade das flores. BUTLER et al (1980) observaram que a prata se acumulava no gineceu das flores de cravo, reduzindo a síntese de etileno e inibindo sua ação.

Quando as soluções de prata, na forma de TSP, foram pulverizadas nos botões florais de gerânio, a solução pôde ser mais rapidamente absorvida pela flor (HEINS et al 1984), em decorrência de sua grande superfície de exposição, o que aumentaria a absorção da solução e, conseqüentemente, a eficácia da prata no tratamento de flores. Solução de prata pulverizada nos botões florais de asistásia produziram aumentos significativos na vida pós-colheita das flores, não causando nenhum sintoma aparente de toxidez nas folhas e nas pétalas das flores. Resultados semelhantes foram obtidos com flores de *Rosa hybrida* 'Victory Parade' (SEREK 1993), *Begonia x cheimantha* 'Everett' (FJELD 1991), *Calceolaria herbeohybrida*, *Pelargonium hortorum*, *Bougainvillea glabra* (CAMERON & REID 1983) e *Streptocarpus* (AGNEW et al 1985).

As soluções de TSP fornecidas à flores de asistásia via pulverização mostram-se muito eficazes em aumentar a vida pós-colheita das flores. O modo

alternativo de preparo Cristais – Lento (Ag/TS) mostrou-se estatisticamente superior ao modo Solução Tradicional – Lento (Ag/TS) (Tabela 4).

Solução de TSP aplicada diretamente nos botões florais foi mais eficaz em prevenir a abscisão das flores e das folhas de asistásia, como também o foi em *Schlumbergera* (CAMERON & REID 1981) e em gerânio (VEEN 1983). VEEN (1983) notou que quando o TSP era pulverizado inibiu a queda de pétalas em gerânio, com redução na quantidade de solução e, conseqüentemente, no custo do tratamento das flores. Como o etileno afeta importantes processos que culminam com a perda da qualidade das flores de corte, o tratamento pós-colheita pode ser uma prática obrigatória para algumas flores de corte. As vias de aplicação das soluções de TSP devem ser consideradas nos tratamentos das flores de corte, principalmente, para o produtor que transporta ou armazena as flores por maior período de tempo. Para o floricultor, a pulverização das soluções de TSP é importante devido a facilidade de aplicação das soluções e a redução do custo do tratamento.

### **3.6 Fornecimento de prata por imersão direta dos botões florais em solução**

Este ensaio foi realizado com o objetivo de investigar-se a eficácia das soluções de prata sobre a longevidade das flores de asistásia, quando os íons  $Ag^+$  eram fornecidos por imersão direta dos botões florais nas soluções de prata.

O fornecimento do íon  $Ag^+$  via imersão direta dos botões florais nas soluções de  $AgNO_3$  puro ou de TSP preparadas por diversos modos foi eficaz na conservação das flores. Resultados semelhantes foram obtidos quando as soluções de prata foram pulverizadas nos botões florais (Tabela 4). Os dados mostram que a eficácia das soluções de prata na prevenção da senescência variou com a formulação da solução e a via de aplicação. Botões florais de petúnia, imersos em solução de  $AgNO_3$ , a  $0,2 \text{ mol m}^{-3}$  de  $Ag^+$ , apresentaram um aumento na longevidade de seis dias (CAMERON & REID 1981, REID et al 1980b). Altas concentrações da solução de  $AgNO_3$  e tempo prolongado do tratamento, podem causar injúrias na corola, reduzindo a eficácia da solução de prata na preservação da vida pós-colheita das flores (KNEE 1995).

O fornecimento da prata via imersão da base das estacas florais nas soluções de  $AgNO_3$  (ver Tabela 1) produziu menores longevidades que nas flores que

receberam a solução de  $\text{AgNO}_3$  via pulverização ou por imersão dos botões nas soluções (Tabela 4), devendo isso estar relacionado com a baixa mobilidade do íon nos elementos de vaso do xilema (REID et al 1980b). A eficácia da prata, quando fornecida em pulso, depende da absorção e do transporte das soluções de  $\text{AgNO}_3$  e de TSP até o local de ação do etileno (VEEN & Van GEIJN 1978, REID et al 1980a). A eficácia da prata nas soluções de  $\text{AgNO}_3$  e de TSP fornecidas por imersão direta dos botões, por outro lado, depende da absorção do íon  $\text{Ag}^+$  nas soluções pelos botões florais. As soluções de prata foram preparadas em água destilada contendo Tween 80, à concentração de 0,05%. As soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos Cristais Invertido – Lento (TS/Ag) e Cristais – Lento (Ag/TS), foram mais eficazes na conservação das flores, sendo estatisticamente superiores ao modo Solução Tradicional – Lento (Ag/TS) e à imersão em  $\text{AgNO}_3$  puro.

As maiores longevidades das flores foram produzidas por solução de TSP preparada pelo modo Cristais – Lento (Ag/TS), pelas três vias de aplicações das soluções, na maioria dos experimentos (Tabela 4), o que leva a inferir que o modo de preparo das soluções de TSP assume importância considerável na conservação das flores. Conclui-se que a solução de TSP preparada, pelo modo Cristais – Lento (Ag/TS), pode ser utilizada independentemente da maneira de aplicação da solução pelos produtores e pelos floricultores.

### **3.7 Efeito do íon prata na inibição da ação do Ethrel**

Buscando-se conhecer se o efeito do íon  $\text{Ag}^+$  ocorria devido a inibição da ação do etileno, estacas florais foram expostas a solução de Ethrel (ácido 2-cloroetilfosfônico, composto liberador de etileno - ET ), isoladamente ou em combinação com as soluções de TSP preparadas pelos diversos modos. Observou-se que com o aumento na concentração de ET havia diminuição da longevidade da flores (Figura 3). Isso indica que o etileno estaria envolvido na redução da vida pós-colheita das flores de asistásia, como ocorre em cravo (MAXIE et al 1973), petúnia (KNEE 1995), *Rosa hybrida* 'Victory Parade' (SEREK 1993), *Kalanchoe blossfeldana* (MAROUSKY & HARBAUGH 1979) e rosas miniaturas (SEREK et al 1994b).

A solução de ET, à concentração de  $0,1 \text{ mol m}^{-3}$ , em pulso de 1 h, promoveu redução acentuada da longevidade das flores (Figura 3). Essa concentração foi utilizada em experimentos posteriores, para investigação da eficácia das soluções TSP em bloquear o efeito do ET.

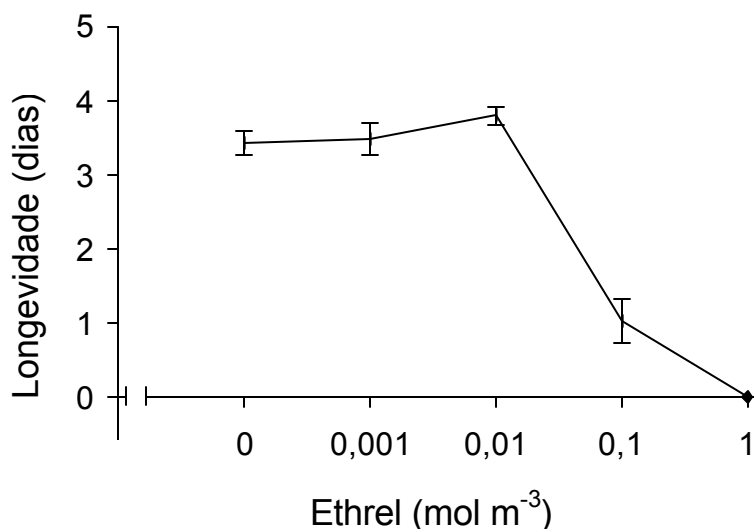


FIGURA 3. Longevidade das flores de asistásia tratadas com Ethrel, em pulso de uma hora

Vários processos relacionados à senescência floral podem ser associados à resposta das flores de corte ao estresse hídrico, incluindo-se a biossíntese de etileno (APELBAUM & YANG 1981). Segundo STABY & REID (1980), 30% das flores colhidas morrem, prematuramente, devido à desordem causada pelo etileno. O incremento na biossíntese de etileno, resulta no aumento da abscisão em flores de *Anthirrinum majus* (FISHER, 1949), da queda das pétalas em gerânio (ARMITAGE et al 1980, MIRANDA & CARLSON 1981) e na senescência em cravo (SACALIS 1989) e, conseqüentemente, na redução da vida pós-colheita das flores. Em cravos, durante a senescência, as flores exibem climatérico na respiração e na evolução de etileno (WOLTERING et al 1993, WOODSON et al 1992), sendo o pico de síntese de etileno observado alguns dias após a colheita, logo antes de as pétalas começarem a murchar (NOWAK & RUDNICKI 1990), seguido de alterações bioquímicas, fisiológicas e morfológicas, como,

enrolamento e murchamento das pétalas (MOR et al 1980). Isso promoveu, assim, diminuição de qualidade das flores.

Em algumas plantas, a resposta ao etileno é acompanhada por uma indução autocatalítica de várias enzimas envolvidas na síntese de etileno. ALTVORST & BOVY (1995) sugerem que um possível mecanismo para explicar a indução da biossíntese de etileno é a mudança na capacidade de resposta ou na sensibilidade do tecido ao etileno, o que indicaria um aumento na síntese de um fator de sensibilidade (receptor). A sensibilidade vai depender da quantidade ou acesso a esses receptores (WOLTERING et al 1994).

A melhoria no tempo de vida útil de várias flores pode ser alcançada pela adoção de medidas que impeçam a rápida deteriorização do material colhido. Soluções de TSP, preparadas pelos diversos modos, produziram incrementos nas longevidades das flores, possivelmente por bloquear a ação do ET na senescência das flores (Tabela 5). As longevidades das flores tratadas com a combinação das soluções de TSP e ET, em seqüências direta e inversa, foram semelhantes às longevidades das flores tratadas somente com a solução de TSP, não ocorrendo também variações significativas entre os tratamentos com as soluções de TSP em combinação com ET. A prata reduz substancialmente a associação do etileno com o receptor, pois o íon liga-se ao sítio ativo do etileno, evitando sua ação e aumentando a longevidade de flores de corte (NICHOLS et al 1982). Flores de cravo tratadas com prata não apresentaram pico climatérico na produção de etileno (BROWN et al 1986). Quando as soluções de TSP e de ET foram fornecidas às flores, em seqüência direta (TSP → ET), pôde-se inferir que a prata ligou-se ao receptor do etileno e bloqueou a ação do ET no processo de senescência. Por outro lado, quando as soluções de TSP e de ET foram fornecidas às flores em seqüência inversa (ET → TSP) ocorreu, provavelmente, um deslocamento do ET do receptor do etileno pelo íon  $Ag^+$  e inibição da ação do ET, aumentando assim a longevidade das flores.

Comparou-se também o efeito das soluções de TSP preparadas por diversos modos e supridas com a solução de ET. Verificou-se que as flores tratadas com as soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos apresentaram maiores longevidades, comparadas com aquelas tratadas com a solução de TSP preparada pelo modo Solução Tradicional – Lento (Ag/TS).

Tabela 5. Bloqueio do efeito do Ethrel ( $0,1 \text{ mol m}^{-3}$ ) por soluções de TSP ( $0,5 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ ), preparadas por diversos modos, sobre a longevidade das flores de asistásia

Seqüência de fornecimento das substâncias	Modo de preparação				
	Sol. Trad. Lento (Ag/TS)	Sol. Trad. Ráp. (Ag/TS)	Crist. Lento (Ag/TS)	Crist. Inv. Lento (TS/Ag)	Crist. Inv. Ráp. (TS/Ag)
	Longevidade, dias				
Contr.(água dest.)	$3,0 \pm 0,7 \text{ b}$	$3,0 \pm 0,7 \text{ c}$	$3,0 \pm 0,7 \text{ b}$	$3,0 \pm 0,7 \text{ b}$	$3,0 \pm 0,7 \text{ b}$
Ethrel puro	$0,6 \pm 0,4 \text{ c}$	$0,6 \pm 0,4 \text{ d}$	$0,6 \pm 0,4 \text{ c}$	$0,6 \pm 0,4 \text{ c}$	$0,6 \pm 0,4 \text{ c}$
Sol. TSP	$6,7 \pm 0,6 \text{ a A}$	$6,9 \pm 0,4 \text{ a A}$	$7,2 \pm 0,4 \text{ a A}$	$6,9 \pm 0,3 \text{ a A}$	$7,2 \pm 0,3 \text{ a A}$
ET → TSP	$6,1 \pm 0,4 \text{ a A}$	$6,6 \pm 0,5 \text{ ab A}$	$6,9 \pm 0,7 \text{ a A}$	$7,2 \pm 0,4 \text{ a A}$	$6,7 \pm 0,2 \text{ a A}$
TSP → ET	$6,3 \pm 0,3 \text{ a A}$	$6,5 \pm 0,7 \text{ ab A}$	$6,6 \pm 0,7 \text{ a A}$	$7,0 \pm 0,5 \text{ a A}$	$7,0 \pm 0,7 \text{ a A}$
TSP + ET	$6,6 \pm 0,2 \text{ a A}$	$5,1 \pm 0,2 \text{ b B}$	$7,3 \pm 0,3 \text{ a A}$	$6,9 \pm 0,2 \text{ a A}$	$6,9 \pm 0,3 \text{ a A}$

ET → TSP: As estacas florais foram expostas a solução de Ethrel, em pulso de uma hora, em seguida, as estacas foram tratadas com solução de TSP, preparadas pelos diversos modos, em pulso de uma hora

TSP → ET: As estacas florais foram expostas a solução de TSP, preparadas pelos diversos modos, em pulso de uma hora, em seguida, as estacas foram tratadas com solução de ET em pulso de uma hora

TSP + ET: Fornecimento das soluções de ET e TSP, simultaneamente

As letras maiúsculas, nas linhas, referem-se à análise estatística, entre os modos de preparo das soluções e as letras minúsculas, nas colunas, referem-se análise do efeito da seqüência de fornecimento das soluções. As médias seguidas de mesma letra na coluna e na linha não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan

As longevidades das flores tratadas com as soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos e fornecidas simultaneamente com ET (TSP + ET) foram semelhantes a produzida pela solução de TSP preparada pelo modo tradicional Solução Tradicional – Lento (Ag/TS) do que se conclui que as soluções de TSP, preparadas pelos modos alternativos, foram igualmente eficientes no bloqueio da ação do ET, quando as soluções foram fornecidas simultaneamente. A solução de TSP preparada pelo modo Solução Tradicional – Rápido (Ag/TS) produziu menor efeito na longevidade das flores (Tabela 5).

O ET foi responsável pela redução na vida pós-colheita das flores de assistásia, por aumentar a abscisão dos botões e das flores. As soluções de TSP foram eficazes em bloquear a ação do ET, aumentando assim, a longevidade das flores. As soluções de TSP, preparadas pelos modos alternativos, foram tão eficazes na conservação das flores quanto as soluções de TSP preparadas pelos modos tradicionais. Neste ensaio, pôde-se verificar que o tratamento das flores com solução de TSP é muito importante para minimizar o efeito do etileno na conservação das flores.

### **3.8 Alteração das vias de aplicação das soluções de prata e de Ethrel**

Este ensaio foi montado com o objetivo de investigar-se a eficácia das soluções de  $\text{AgNO}_3$  e de TSP preparadas por diferentes modos no bloqueio da ação do Ethrel (ET), quando aplicadas por vias diferentes (imersão da base da estaca e pulverização dos botões florais).

As soluções de TSP e de  $\text{AgNO}_3$  puro, aplicadas em pulverização foram eficazes no bloqueio do efeito do ET, promovendo um incremento na longevidade das flores (Tabela 6). Observou-se que quando as soluções de TSP preparadas pelos diversos modos foram pulverizadas antes ou após a aplicação da solução de ET, mostraram-se igualmente eficientes no bloqueio do efeito do ET, aumentando a longevidade das flores. Verificou-se ainda que as soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos foram igualmente eficazes no bloqueio da ação do ET, assim como também foi a solução de TSP preparada pelo modo Solução Tradicional – Rápido (Ag/TS) (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito da aplicação das soluções de prata ( $0,5 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ ) e de Ethrel ( $0,1 \text{ mol m}^{-3}$ ) por vias alternativas na vida pós-colheita de flores de assistásia

Vias de aplicação	Cont. (Água dest.)*	Ethrel (Puro)*	$\text{AgNO}_3$	Modo de preparação				
				Sol. Trad. Lento (Ag/TS)	Sol. Trad. Ráp. (Ag/TS)	Crist. Lento (Ag/TS)	Crist. Inv. Lento (TS/Ag)	Crist. Inv. Ráp. (TS/Ag)
Longevidade, dias								
$\text{TSP}_{\text{Pulv.}} \rightarrow \text{ET}_{\text{Imers.}}$	$5,1 \pm 0,1$ d	$1,3 \pm 0,8$ e	$6,5 \pm 0,2$ c	$7,7 \pm 0,2$ b	$9,1 \pm 0,1$ a	$9,0 \pm 0,3$ a	$9,0 \pm 0,2$ a	$9,0 \pm 0,3$ a
$\text{ET}_{\text{Imers.}} \rightarrow \text{TSP}_{\text{Pulv.}}$	$5,1 \pm 0,1$ b	$1,3 \pm 0,8$ c	$5,8 \pm 0,3$ b	$8,1 \pm 0,4$ a	$8,2 \pm 0,5$ a	$8,6 \pm 0,2$ a	$9,1 \pm 0,6$ a	$8,7 \pm 0,1$ a
$\text{TSP}_{\text{Imers.}} \rightarrow \text{ET}_{\text{Pulv.}}$	$4,3 \pm 0,4$ b	$0,4 \pm 0,2$ c	$0,5 \pm 0,4$ c	$5,0 \pm 0,7$ b	$5,0 \pm 0,3$ b	$6,8 \pm 0,3$ a	$6,5 \pm 0,3$ a	$7,2 \pm 0,4$ a
$\text{ET}_{\text{Pulv.}} \rightarrow \text{TSP}_{\text{Imers.}}$	$3,6 \pm 0,6$ d	$0,9 \pm 0,4$ e	$0,6 \pm 0,2$ e	$4,7 \pm 0,6$ d	$4,7 \pm 0,3$ d	$8,5 \pm 0,8$ a	$6,2 \pm 0,1$ b c	$7,1 \pm 0,9$ a b

$\text{TSP}_{\text{Pulv.}} \rightarrow \text{ET}_{\text{Imers.}}$ : Os botões florais foram pulverizados com solução de TSP, preparadas pelos diversos modos; após o tempo de duas horas, as estacas foram expostas a solução de ET em pulso de uma hora

$\text{ET}_{\text{Imers.}} \rightarrow \text{TSP}_{\text{Pulv.}}$ : Estacas florais foram expostas a solução de ET, em pulso de uma hora; em seguida os botões florais foram pulverizados com solução de TSP, preparadas pelos diversos modos

$\text{TSP}_{\text{Imers.}} \rightarrow \text{ET}_{\text{Pulv.}}$ : Estacas florais foram expostas a solução de TSP, preparadas pelos diversos modos, em pulso de uma hora; em seguida os botões florais foram pulverizados com solução de ET

$\text{ET}_{\text{Pulv.}} \rightarrow \text{TSP}_{\text{Imers.}}$ : Os botões florais foram pulverizados com solução de ET; após o tempo de duas horas, as estacas foram expostas a solução de TSP, preparadas pelos diversos modos, em pulso de uma hora

\*As flores do controle (água destilada) foram pulverizadas contendo água destilada com Tween 80 a 0,05%. A solução de Ethrel ( $0,1 \text{ mol m}^{-3}$ ) foi pulverizada diretamente nos botões florais. Não foi possível fazer uma análise entre as vias de aplicação, pois os experimentos foram montados em épocas diferentes. As médias seguidas de mesma letra, nas linhas, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan





SEREK & REID (1994b) pulverizaram solução de TSP em *Rosa hybrida* 'Victory Parade' e aplicaram etileno, observando que as plantas apresentavam menor abscisão de folhas e flores, devido a inibição da ação do etileno pela prata.

DOSTAL et al (1991) pulverizaram as flores de *Impatiens x hawkeri* 'Sunfire', com solução de TSP. Em seguida, as flores eram expostas a etileno. A solução de TSP reduziu drasticamente a abscisão das flores causada pelo etileno. Resultados semelhantes foram obtidos com outras espécies (BEYER 1976, CAMERON & REID 1981).

A Tabela 6 mostra, também, as longevidades das flores expostas as soluções de TSP e de  $\text{AgNO}_3$  puro por imersão da base das secções das estacas, seguida de pulverização nos botões florais com solução de ET. As soluções de TSP e de  $\text{AgNO}_3$  mostraram eficiência diferente na conservação das flores. A solução de  $\text{AgNO}_3$  fornecida às estacas florais por imersão da base da haste não foi eficaz em inibir a ação do ET, provavelmente, devido a baixa mobilidade do íon  $\text{Ag}^+$  (VEEN & Van GEIJN 1978, REID et al 1980a). As flores tratadas com a solução de  $\text{AgNO}_3$  apresentaram uma redução drástica da longevidade, exibindo uma longevidade semelhante à das flores tratadas apenas com ET. Assim, a intensidade do efeito da prata em bloquear o ET depende do tipo de sal de prata e de sua forma de aplicação. Já o complexo TSP é capaz de mover-se mais rapidamente no xilema do que os íons  $\text{Ag}^+$ , sendo mais eficientemente absorvido e translocado para os locais de bloqueio do ET. Soluções de TSP, preparadas pelos modos Solução Tradicional – Lento (Ag/TS) e Solução Tradicional – Modo Rápido (Ag/TS), utilizadas em pulso no tratamento das flores, não mostraram efeito no bloqueio do ET, em relação as flores não tratadas. Já as flores tratadas as soluções de TSP, preparadas pelos modos alternativos apresentaram maiores longevidades, quando comparadas com as flores tratadas com as soluções de TSP preparada pelos modos tradicionais. Assim, soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos e fornecidas a base das estacas foram mais eficientes em bloquear ação do ET que as soluções de TSP preparadas pelos modos tradicionais.

Do ponto de vista científico, pode-se inferir que a eficácia das soluções de prata na conservação das flores está relacionada com vários fatores, como a mobilidade, pois íons  $\text{Ag}^+$  são relativamente imóveis nas hastes. Além disso, o

complexo TSP pode funcionar como um tampão para os íons prata, mantendo seus níveis numa faixa constante (KNEE 1992). Outro aspecto a ser considerado é a estabilidade do íon  $\text{Ag}^+$  na solução de TSP, na conservação das flores. Pôde-se notar no experimento que as soluções preparadas pelas técnicas propostas foram mais eficazes na conservação, como também no bloqueio da ação do ET, independentemente, da via de aplicação (pulverização ou pulso de uma hora).

Neste experimento observaram-se menores longevidades nas flores tratadas com as soluções de TSP preparadas pelos modos tradicionais, em pulso de uma hora, quando comparadas com a longevidade das flores tratadas com as soluções de TSP, preparadas pelos modos tradicionais, via pulverização (Tabela 6). Isso comprovando que as soluções de TSP preparadas pelos modos tradicionais foram mais eficazes no bloqueio da ação do ET, quando pulverizadas diretamente nos botões florais de asistásia.

Do ponto de vista prático, como o processo de senescência floral está vinculado ao estresse que as flores sofrem devido ao corte, no momento da colheita, conclui-se que as soluções de TSP preparadas pelos modos tradicionais, devem ser aplicadas imediatamente após a colheita das flores e via pulverização, para obtenção da maior eficácia do complexo no incremento da vida pós-colheita das flores. Já as soluções de TSP, preparadas pelos modos alternativos podem ser aplicadas à secções florais, em pulso de uma hora ou via pulverização dos botões florais, por produtores ou por floricultores, com bons resultados na conservação das flores.

### **3.9 Envelhecimento da solução de tiosulfato de prata**

Investigou-se, neste ensaio, a eficácia de soluções envelhecidas de TSP, preparadas por diferentes modos, no prolongamento da vida pós-colheita das flores de asistásia. Isso se deve a que tanto a ordem de mistura das soluções componentes para formação do complexo, como o tempo e a temperatura de estocagem afetam consideravelmente a eficiência do complexo na prevenção da senescência de flores (HEINS et al 1984).

Flores tratadas com solução de TSP preparada pelo modo Solução Tradicional – Lento ( $\text{Ag/TS}$ ) e armazenadas por 16 dias apresentaram

longevidades superiores à flores não tratadas. Observou-se também que, com o aumento do tempo de armazenamento, as soluções perderam sua eficácia na

Tabela 7. Efeito da aplicação de soluções de tiosulfato de prata de diferentes “idades”, à concentração  $0,5 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , preparadas por diferentes modos, sobre a longevidade das flores de asistásia

“Idade” das soluções, dias	Modo de preparação				
	Sol. Trad. Lento(Ag/TS)	Sol. Trad. Ráp. (Ag/TS)	Crist. Lento (Ag/TS)	Crist. Inv. Lento (TS/Ag)	Crist. Inv. Ráp. (TS/Ag)
	Longevidade, dias				
Contr. (água dest.)	$4,2 \pm 0,3$ b	$4,2 \pm 0,3$ c	$4,2 \pm 0,3$ c	$4,2 \pm 0,3$ b	$4,2 \pm 0,3$ b
0	$6,1 \pm 0,2$ a B	$6,4 \pm 0,6$ ab AB	$7,3 \pm 0,5$ a A	$7,1 \pm 0,2$ a AB	$6,7 \pm 0,2$ a AB
16	$5,9 \pm 0,3$ a A	$7,3 \pm 0,4$ a A	$7,6 \pm 0,6$ a A	$7,4 \pm 0,9$ a A	$7,4 \pm 0,6$ a A
20	$5,3 \pm 0,5$ ab BC	$6,2 \pm 0,4$ ab AB	$7,3 \pm 0,5$ a A	$7,0 \pm 0,5$ a A	$7,3 \pm 0,4$ a A
27	$5,4 \pm 0,4$ ab B	$5,8 \pm 0,5$ b AB	$7,0 \pm 0,4$ ab A	$6,8 \pm 0,4$ a A	$6,8 \pm 0,5$ a A
41	$5,0 \pm 0,8$ ab CD	$5,7 \pm 0,3$ b BC	$7,2 \pm 0,3$ ab A	$7,0 \pm 0,1$ a AB	$6,8 \pm 0,4$ a AB
69	$4,4 \pm 0,4$ b C	$5,4 \pm 0,6$ bc BC	$6,0 \pm 0,3$ b AB	$6,5 \pm 0,3$ a AB	$6,8 \pm 0,2$ a A

As letras minúsculas, nas colunas, referem-se à análise estatística, entre as diferentes “idades” das soluções de TSP preparada por um mesmo modo; as letras maiúsculas, nas linhas, referem-se à análise dos modos de preparo das soluções. As médias seguidas de mesma letra nas colunas e nas linhas não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan

conservação das flores. Algumas soluções comerciais ou formulação de laboratório, quando armazenadas desenvolvem um precipitado com odor sulfuroso e coloração amarelada ou escura. Pôde-se observar alguma alteração nas soluções de TSP, com 41 e 69 dias de armazenamento, como coloração amarelada, mas não se percebeu qualquer precipitado nos frascos nem odor sulfuroso nas soluções (Tabela 7).

As soluções de TSP preparadas pelo modo Solução Tradicional – Rápido (Ag/TS) com 0, 16 e 20 dias produziram maiores longevidades, sem diferenças estatística entre si (Tabela 7). Observou-se, também, que a solução de TSP preparada pelo modo Solução Tradicional – Rápido (Ag/TS) apresentou maior eficácia (até 20 dias) do que a solução de TSP preparada pelo modo Solução Tradicional – Lento (Ag/TS). As soluções de TSP, preparadas pelo modo Solução Tradicional – Rápido (Ag/TS), não apresentaram qualquer alteração na coloração das soluções. HEINS et al (1984) observaram que quando as soluções de TSP eram preparadas alterando-se a velocidade de mistura das soluções ocorria uma alteração na estabilidade e na eficiência do complexo TSP na conservação das flores, como também foi observado no estudo com flores de asistásia.

As soluções de TSP preparadas pelo modo Cristais – Lento (Ag/TS) foram eficazes na conservação das flores, independentemente do tempo de armazenamento das soluções.

Flores tratadas com as soluções de TSP preparadas pelos modos Cristais Invertido – Lento (TS/Ag) e Cristais Invertido – Rápido (TS/Ag), e armazenadas por diferentes idades, apresentaram uma longevidade mais uniforme (Tabela 7), devido possivelmente a uma maior estabilidade do complexo TSP. O modo de preparo das soluções pode afetar, consideravelmente, a estabilidade das soluções e, conseqüentemente também, o tempo de armazenamento. HEINS et al (1984), trabalhando com soluções de TSP armazenadas por 5 e 35 dias, verificaram que as soluções de 35 dias armazenadas em frascos plásticos ou em vidros escuros, sob baixas temperaturas, mantiveram-se eficazes na conservação de gerânio. GORIN et al (1985) avaliaram o efeito de varias formulações comerciais envelhecidas na conservação de cravos e observaram que a solução de TSP, à concentração de  $0,463 \text{ mol m}^{-3}$ , continuava eficaz após o armazenamento por quatro dias, produzindo aumento na longevidade das flores de 100% (4 e 8 dias) em relação as flores não tratadas.

Com 69 dias, tempo máximo de armazenamento das soluções de TSP, pode-se observar, que as soluções de TSP, preparadas pelos modos alternativos, foram um pouco menos eficazes na conservação das flores de asistásia do que as soluções mais novas. A solução, possivelmente, foi perdendo sua estabilidade e, conseqüentemente, tornou-se menos eficaz na conservação das flores. Mas, a análise estatística da longevidade das flores, mostrou que as soluções foram igualmente eficazes. Flores tratadas com soluções de TSP preparadas pelos modos tradicionais apresentaram menores longevidades do que as flores tratadas com soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos.

Conclui-se que o modo de preparo da solução de TSP assume importância considerável na estabilidade da prata em solução, em relação ao tempo de armazenamento das soluções. As soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos foram mais eficazes na conservação das flores do que as soluções preparadas pelos modos tradicionais. Assim, a qualidade das soluções de TSP pôde ser mantida por aproximadamente dois meses de armazenamento; as soluções de TSP preparadas pelos modos tradicionais mostraram-se menos eficientes na conservação das flores com o aumento do tempo de armazenamento das soluções. Baseando-se nos resultados deste experimento, pode-se recomendar para o produtor o emprego das soluções de TSP pelas técnicas propostas para tratamento pós-colheita de flores de corte. As soluções de TSP podem ser armazenadas, imediatamente, após o preparo das soluções, por 41 dias, aproximadamente, em frascos escuros de vidro, em geladeira. Nessas condições as soluções mantêm sua eficácia na conservação de flores.

### **3.10 Emprego de água de torneira na preparação de soluções de tiossulfato de prata**

O experimento com soluções de TSP preparadas de diversas maneiras com água de torneira foi realizado como uma tentativa de viabilizar seu uso na solução de TSP, em vez de utilizar-se água destilada.

Os efeitos da água de torneira sobre a eficácia das soluções de TSP foram examinados tomando-se amostras de água de diferentes pontos de Viçosa, Minas Gerais. Solução de TSP preparada com água destilada é usada em pulso para estender a vida pós-colheita de antúrio (*Anthurium andraeanum*) (PAULL & GOO

Tabela 8. Efeito da solução de tiosulfato de prata, à concentração de  $0,5 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , preparadas por diversos modos com água de torneira e com água destilada, sobre a longevidade das flores de assistásia

Modo de preparação	Tipo de água			
	Água destilada	Água de torneira Local 1	Água de torneira Local 2	Água de torneira Local 3
	Longevidade, dias			
Contr. (Água dest.)	$2,4 \pm 0,7$ d A	$2,4 \pm 0,7$ c A	$2,4 \pm 0,7$ d A	$2,4 \pm 0,7$ c A
Contr. (Água torn.)	-	$3,3 \pm 0,1$ c	$2,2 \pm 0,5$ d	$3,2 \pm 0,6$ c
Sol. Trad. –				
Lento (Ag/TS)	$5,6 \pm 0,5$ c A	$5,9 \pm 0,6$ b A	$4,9 \pm 0,3$ c A	$5,4 \pm 0,2$ b A
Sol. Trad. –				
Rápido (Ag/TS)	$6,0 \pm 0,2$ bc AB	$7,0 \pm 0,5$ ab A	$5,3 \pm 0,5$ bc B	$6,0 \pm 0,5$ ab AB
Crist. –				
Lento (Ag/TS)	$7,3 \pm 0,4$ ab A	$7,8 \pm 0,5$ a A	$6,8 \pm 0,4$ a A	$6,7 \pm 0,4$ ab A
Crist. Inv. -				
Lento (TS/Ag)	$7,4 \pm 0,6$ a A	$7,8 \pm 0,5$ a A	$6,6 \pm 0,4$ ab A	$7,0 \pm 0,6$ ab A
Crist. Inv. –				
Rápido (TS/Ag)	$7,1 \pm 0,4$ ab A	$7,6 \pm 0,4$ a A	$6,6 \pm 0,5$ ab A	$7,3 \pm 0,5$ a A

As letras maiúsculas, nas linhas, referem-se à análise estatística, entre as diferentes "idades" das soluções de TSP preparadas por um mesmo modo; e as letras minúsculas, nas colunas, referem-se à análise entre os modos de preparo das soluções. As médias seguidas de mesma letra nas colunas e nas linhas não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan

aproxima de 700 mg L<sup>-1</sup>, enquanto em rosas, crisântemo e cravo, 200 mg L<sup>-1</sup> já é prejudicial (WATERS 1968), sendo sua vida pós-colheita reduzida à metade.

Íons Ag<sup>+</sup> reagem com íons Cl<sup>-</sup> da água de torneira, podendo, por isso, afetar a eficácia de soluções de TSP na conservação das flores de corte. Como a composição da água de torneira influenciou a eficácia de soluções químicas usadas em pulso na conservação das flores de corte (ROGERS 1973, HAVELY & MAYAK 1981, BRECHEISEN et al 1995), buscou-se determinar os teores de cloreto, nas amostras estudadas, pela técnica de Mohr (ver MORITA & ASSUMPÇÃO 1972), empregando-se uma solução padronizada de AgNO<sub>3</sub>. Os teores de cloreto foram 27 (0,76 mol m<sup>-3</sup>), 21,2 (0,60 mol m<sup>-3</sup>) e 19,9 mg L<sup>-1</sup> (0,56 mol m<sup>-3</sup>), com média aproximada de 23 mg L<sup>-1</sup> (0,65 mol m<sup>-3</sup>).

Em experimento seqüencial ao ensaio de investigação da eficácia das soluções de TSP preparadas com água de torneira, avaliou-se a influência do nível do íon cloreto no preparo das soluções de TSP e, conseqüentemente, na conservação das flores. Usou-se água bidestilada contendo KCl nos níveis 1, 2, 5 e 8 vezes maiores do que o teor médio de Cl<sup>-</sup> encontrado nas águas de torneira analisadas anteriormente, no preparo das soluções de TSP. Aparentemente os íons Cl<sup>-</sup> não afetaram a quelatização da prata para formar o TSP [(Ag(S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)<sub>2</sub>)<sup>-3</sup>].

O efeito de componentes químicos inorgânicos comumente encontrados na água de torneira usada no preparo de soluções de TSP sobre a longevidade de flores de corte é pouco conhecido. WATERS (1968) encontrou mais de 22 componentes químicos inorgânicos e avaliou o seu efeito na manutenção da qualidade das flores de crisântemo e gladiólos.

Soluções de TSP, preparadas pelos diferentes modos em água bidestilada contendo cloreto em diferentes níveis, foram eficazes na conservação das flores, independentemente da concentração de cloreto na solução (Tabela 9). O cloreto da água não influenciou o preparo das soluções e, em alguns casos, pode ter incrementado a longevidade das flores. Os modos alternativos de preparo das soluções de TSP, mostraram-se mais eficazes na conservação das flores (Tabela 9).

Observou-se que, independentemente das concentrações de cloreto nas soluções, as longevidades das flores, promovidas pelos diferentes tratamentos com as soluções de TSP preparadas pelos modos alternativos e pelos modos

Tabela 9. Efeito de íons Cl na eficácia de soluções de tiosulfato de prata ( $0,5 \text{ mol m}^{-3}$  de  $\text{Ag}^+$ , água bidestilada) preparadas por diversos modos, sobre a longevidade das flores de asistásia

Cl, mg L <sup>-1</sup>	Modo de preparação				
	Sol. Trad. Lento (Ag/TS)	Sol. Trad. Ráp. (Ag/TS)	Crist. Lento (Ag/TS)	Crist. Inv. Lento (TS/Ag)	Crist. Inv. Ráp. (TS/Ag)
Longevidade, dias					
0	3,4 ± 0,2 b	3,4 ± 0,2 b	3,4 ± 0,2 b	3,4 ± 0,2 b	3,4 ± 0,2 b
23	6,4 ± 0,5 a B	6,8 ± 0,2 a AB	7,5 ± 0,2 a AB	7,8 ± 0,6 a A	7,5 ± 0,5 a AB
46	6,6 ± 0,7 a B	7,5 ± 0,5 a AB	8,2 ± 0,3 a A	8,6 ± 0,2 a A	7,8 ± 0,6 a AB
115	6,9 ± 0,4 a A	7,4 ± 0,3 a A	8,0 ± 0,5 a A	7,9 ± 0,3 a A	7,8 ± 0,6 a A
184	6,8 ± 0,6 a B	8,0 ± 0,6 a AB	8,2 ± 0,4 a A	8,1 ± 0,3 a AB	8,2 ± 0,4 a A

As letras minúsculas, nas colunas, referem-se à análise estatística do efeito do cloreto, em diferentes níveis, na solução de TSP preparada por um mesmo modo; as letras maiúsculas, nas linhas, referem-se à análise dos tratamentos com soluções preparadas por diferentes modos. As médias seguidas de mesma letra nas colunas e nas linhas não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan

tradicionais não foram significativamente diferentes (Tabela 9). Aparentemente, os íons cloreto não tiveram efeito no preparo das soluções.

Quanto a qualidade das flores, observou-se que os modos alternativos de preparo de solução de TSP foram mais eficazes na sua conservação, aumentando assim, a longevidade, independentemente do nível de Cl<sup>-</sup>, até 115 mg L<sup>-1</sup>. Quando a solução de AgNO<sub>3</sub> era preparada em água contendo cloreto acima daquele nível, observou-se que a prata se precipitava, pois o cloreto de prata tem baixa solubilidade em água. Quando a solução era adicionada aos cristais de tiosulfato de sódio, ocorria a complexação da prata na forma de TSP  $[(Ag(S_2O_3)_2)^{-3}]$  com formação de uma solução incolor, superando, assim, os possíveis problemas de precipitação. Portanto, não se observou influência negativa do cloreto em relação ao preparo de soluções TSP. Sob os níveis mais elevados de cloreto na solução (184 mg L<sup>-1</sup>), no entanto, verificou-se que as flores de asistásia desenvolviam alguns sintomas de toxidez, como descoloração de pétalas e menor tamanho da corola e, nas folhas, ocorreu uma clorose, diminuindo, assim, o valor comercial das flores. Portanto, a concentração de 184 mg L<sup>-1</sup> de cloreto não deve ser utilizada no preparo da solução de TSP.

O preparo de soluções de TSP com água destilada é uma prática relativamente cara para os produtores, devido ao seu custo de produção. Com este experimento, pôde-se verificar que é possível simplificarem-se as técnicas tradicionais de preparo de solução de TSP, viabilizando assim, o uso de água de torneira no preparo das soluções, principalmente pelas técnicas propostas. Em suma, pode-se recomendar a água de torneira no preparo das soluções de TSP para tratamento das flores de corte.

Alguns cuidados devem ser observados, no uso de água de torneira no preparo das soluções de TSP, estando relacionados com a qualidade e a composição da água. O nível de brometo na água de torneira deve ser levado em consideração, podendo também afetar a eficácia das soluções de TSP na conservação das flores de corte.

#### 4. CONCLUSÕES

Dada à instabilidade do complexo tiosulfato de prata (TSP), o modo de preparação da solução do composto é bastante crítico na conservação de flores de corte. Assim, estudando-se o efeito do modo de preparação da solução de tiosulfato de prata sobre a longevidade das flores de asistásia, pôde-se concluir que:

A prata ( $0,5 \text{ mol m}^{-3}$ ) mostrou-se eficaz na conservação das flores. O fornecimento da prata complexada com o tiosulfato, produziu melhores resultados que a aplicação na forma de íons prata puros. As soluções de TSP preparadas pelos modos propostos Cristais – Lento (Ag/TS) (a solução de nitrato de prata era vertida vagorosamente sobre cristais sólidos de tiosulfato de sódio), Cristais Invertido – Lento (TS/Ag) (a solução de tiosulfato de sódio era vertida vagorosamente sobre cristais sólidos de nitrato de prata) e Cristais Invertido – Rápido (TS/Ag) (a solução de tiosulfato de sódio era vertida rapidamente sobre cristais sólidos de nitrato de prata) foram as mais eficazes na conservação das flores do que as soluções de TSP preparadas pelos modos tradicionais Solução Tradicional – Lento (Ag/TS) (a solução de nitrato de prata era vertida lentamente sobre a solução de tiosulfato de sódio) e Solução Tradicional – Rápido (Ag/TS) (a solução de nitrato de prata era vertida rapidamente sobre a solução de tiosulfato de sódio), independentemente da forma de aplicação (pulverização, imersão da base das estacas florais ou imersão dos botões florais) das soluções. Quando aplicadas em forma de pulverização ou em imersão direta dos botões, as soluções de  $\text{AgNO}_3$  e TSP foram igualmente eficientes em bloquear a ação do Ethrel prolongando, assim a vida pós-colheita das flores.

Soluções, preparadas pelos modos Cristais – Lento (Ag/TS), Cristais Invertido – Lento (TS/Ag) e Cristais Invertido – Rápido (TS/Ag) foram capazes de bloquear o efeito do Ethrel mas eficientemente do que as soluções preparadas pelos

modos Solução Tradicional – Rápido (Ag/TS) e Solução Tradicional – Lento (Ag/TS).

Quando preparadas pelas técnicas Cristais – Lento (Ag/TS), Cristais Invertido – Lento (TS/Ag) e Cristais Invertido – Rápido (TS/Ag) e armazenadas (até 41 dias) em frascos escuros, em geladeira, as soluções mostraram-se eficazes no prolongamento da vida pós-colheita das flores do que as soluções preparadas pelos modos tradicionais. Assim, soluções de TSP preparadas pelos modos propostos podem ser armazenadas por um longo período de tempo em geladeira.

A água de torneira pode ser utilizada nas soluções de tiosulfato de prata preparadas pelos modos alternativos, sem perda da eficiência na conservação das flores. A água de torneira utilizada na preparação da solução do TSP pode conter íons cloreto, num nível de até  $115 \text{ mg L}^{-1}$ , sem causar danos à qualidade das flores.

Atribuindo-se uma pontuação arbitrária aos efeitos das soluções de TSP, nos diferentes ensaios, a eficiência das técnicas de preparação foi a seguinte, em ordem decrescente: Cristais – Lento (Ag/TS), Cristais Invertido – Lento (TS/Ag), Cristais Invertido – Rápido (TS/Ag), Solução Tradicional – Rápido (Ag/TS) e Solução Tradicional – Lento (Ag/TS). Atribuiu-se uma pontuação máxima (10) ao modo de preparação cuja solução produziu maior longevidade, seguida por notas inferiores aos modos de preparação que levaram a menores longevidades.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELES, F. B., MORGAN, P. W., SALTVEIT JR., M. E. **Ethylene in plant biology**. San Diego, Academic Press, 1992. 414 p
- AGNEW, N. H., ALBRECHT, M. L., KIMMINS, R. K. Reducing corolla abscission of *Streptocarpus x hybridus* under simulated shipping conditions with silver thiosulfate. **HortScience**, v. 20, p. 118-119, 1985
- ALTVORST, A. C. V., BOVY, A. G. The role of ethylene in the senescence of carnation flower, a review. **Plant Growth Regulation**, v. 16, p. 43-53, 1995
- APELBAUM, A., YANG, S. F. Biosynthesis of stress ethylene induced by water deficit. **Plant Physiology**, v. 68, p. 594-596, 1981
- ANDERSON, R. D., SANDERSON, K. C., SMITH, D., WILLIAMS, J. C. Reduction of induced abscission of geranium (*Pelargonium hortorum*) petals and snapdragon (*Antirrhinum majus*) florets using three anti-ethylene compounds. **Plant Growth Regulation Society of America Quarterly**, v. 21, p. 144-150, 1993
- ARMITAGE, A. M., HEINS, R., DEAN, S., CARLSON, W. Factors influencing flower petal abscission in the seed-propagated geranium. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 105, p. 562-564, 1980

- ARRUDA, S. T., OLIVETTE, M.P.A., CASTRO, C.E.F. Diagnóstico da floricultura do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 2, p. 1-18, 1996
- BEYER, E. M. JR. A potent inhibitor of ethylene action in plants. **Plant Physiology**, v. 58, p. 268-271, 1976
- BEYER, E. JR. Silver ion – a potent antiethylene agent in cucumber and tomato. **HortScience**, v. 11, p. 195-196, 1976
- BOROCHOV, A., MAYAK, S., BROUN, R. The involvement of water stress and ethylene in senescence of cut carnation flower. **Journal of Experimental Botany**, v. 33, p. 1202-1209, 1982
- BRANDT, A. S., WOODSON, W. R. Variation in flower senescence and ethylene biosynthesis among carnations. **HortScience**, v. 27, p. 1100-1102, 1992
- BRECHEISEN, S., HASS, H. P., RÖBER, R. Influence of water quality and chemical compounds on vase life of cut roses. **Acta Horticulturae**, v. 405, p. 392-400, 1995
- BROWN, J. H., LEGGE, R. L., SISLER, E. C., BAKER, J. E., THOMPSON, J. E. Ethylene binding to senescing carnation petals. **Journal of Experimental Botany**, v. 37, p. 526-534, 1986
- BUTLER, G., MOR, Y., REID, S., YANG, S. F. Changes in 1-aminocyclopropane-1-carboxylic-acid content of cut carnation flowers in relation to senescence. **Planta**, v. 150, p. 439-442, 1980
- CAMERON, A. C., REID, M. S. The use of silver thiosulfate anionic complex as a foliar spray to prevent flower abscission of zygocactus. **HortScience**, v. 16, p. 761-762, 1981

- CAMERON, A. C., REID, M. S. Use of silver thiosulfate to prevent flower abscission from potted plants. **Scientia Horticulturae**, v. 19, p. 373-378, 1983
- COOK, E. L., Van STANDEN, J. Silver action in the cut carnation flower. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 25, p. 485-492, 1987
- DAI, J. W., PAULL, R. E. Postharvest handling of *Alstroemeria*. **HortScience**, v. 26, p. 314, 1991
- DOI, M., REID, M. S. Postharvest characteristic of cut *Camellia japonica* L. 'Kumasaka'. **Postharvest Biology and Technology**, v. 7, p. 331-340, 1996
- DOSTAL, L. D., AGNEW, N. H., GLADON, R. J., WEIGLE J. L. Ethylene, simulated shipping, STS, and AOA affect corolla abscission of New *Guineai Impatiens*. **HortScience**, v. 26, p. 47-49, 1991
- FINGER, L. F., CAMPANHA, M. M., BARBOSA, J. G., FONTES, P. C. R. Influence of ethephon, silver thiosulfate and sucrose pulsing on bird-of-paradise vase life. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 11, p. 119-122, 1999
- FISHER, C. W. JR. Snapdragons and calceolarias gas themselves. **New York Flower Growth Bulletin**, v. 51, p. 5-8, 1949
- FJELD, T. Effects of silver thiosulfate, ethephon, temperature, and irradiance level keeping quality of christmas begonia (*Begonia x cheimantha* Everet). **Gartenbauwissenschaft**, v. 56, p. 66-70, 1991
- GORIN, N., STABY, G., KLOP, W., TIPPET, N., LEUSSING JR., D. L. Quality measurements of carnation treatment solutions in relation to flower silver distribution and longevity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 110, p. 117-123, 1985

- GORSEL, R. Van. Postharvest technology of imported and trans-shipped tropical floricultural commodities. **HortScience**, v. 29, p. 979-981, 1994
- HAN, S.S. Postharvest handling of cut *Heuchera sanguinea* Engelm. Flowers: Effects of sucrose and silver thiosulfate. **HortScience**, v. 33, p. 731-733, 1998
- HARDENBURG, R. E., WATADA, A. E., WANG, C. Y. **Almacenamiento comercial de frutas, legumbres y existencias de floristerias y viveros**. Costa Rica: IICA, 1988. 150 p
- HAVELY, A. H., KOFRANEK, A. M. Silver treatment of carnation flowers for reducing ethylene damage and extending longevity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 102, p. 76-77, 1977
- HALEVY, A. H., KOFRANEK, A. M., BESEMER, S. T. Postharvest handling methods for bird-of-paradise flowers (*Strelitzia reginae* Ait.). **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 103, p. 165-169, 1978a
- HAVELY, A. H., BYRNE, T.G., KOFRANEK, A. M., FARNHAM, D.S., THOMPSON, J. F., HARDENBURG, R. E. Evolution of postharvest handling methods for transcontinental truck shipments of cut carnations, chrysanthemus, and roses. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 103, p. 151-155, 1978b
- HALEVY, A. H., KOHL, H. C., KOFRANEK, A. M. Senescence and postharvest handling of cyclamen flowers. **HortScience**, v. 19, p. 848-850, 1984
- HAVELY, A. M. , MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers – Part 2. **Horticultural Reviews**, v. 1, p. 59-143, 1981

- HALEVY, A. H., KOHL, H. C., KOFRANEK, A. M. Silver treatment of carnation flowers for reducing ethylene damage and extending longevity. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 102, p. 76-77, 1977
- HEINS, R.D., FONDA, H.N., CAMERON, A. Mixing and storage of silver thiosulphate. **Bedding Plants (BP) News**, v. 15, p. 1-2, 1984
- ICHIMURA, K., HIRAYA, T. Effect of silver thiosulfate complex (STS) in combination with sucrose on the vase life of cut sweet pea flowers. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v. 68, p. 23-27, 1999
- JONES, R. B., TRUETT, J. K. Postharvest handling of cut *Gloriosa rothschildiana* O'Brien (Liliaceae) flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 117, p. 442-445, 1992
- JOYCE, D. C. Postharvest floral organ fall in Geraldton waxflower (*Chamelaucium uncinatum* Schauer). **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 33, p. 481-487, 1993
- KADER, A. A. Ethylene-induced senescence and physiological disorders in harvested horticultural crops. **HortScience**, v. 20, p. 54-57, 1985
- KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York, Avi Book, 1991. 532 p
- KETSA, S., PIYASAENGTHONG, Y., PRATHUANGWONG, S. Mode of action of AgNO<sub>3</sub> in maximizing vase life of *Dendrobium* 'Pompadour' flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 5, p. 109-117, 1995
- KNEE, M. Sensitivity of ATPase to silver ions suggests that silver acts outside the plasma membrane to block ethylene action. **Phytochemistry**, v. 31, p. 1093-1096, 1992

- KNEE, M. Copper reverses silver inhibition of flower senescence in *Petunia hybrida*. **Postharvest Biology and Technology**, v. 6, p. 121-128, 1995
- LAY-YEE, M., STEAD, A. D., REID, M. S. Flower senescence in daylily ( *Hemerocallis*). **Physiologia Plantarum**, v. 86, p. 308-314, 1992
- LORENZI, H., SOUZA, H.M., **Plantas Ornamentais no Brasil – arbustivas, herbáceas e trepadeiras**, São Paulo. Ed Plantarum Ltda, 1995. 720 p
- MACHADO, C. F., D. RODRIGUES, T. J., PIVETTA, K. F. L. Conservação pós-colheita de inflorescências de  *Heliconia latispatha* cv. DISTANS. **12º Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais**, v. 5, p. 31, 1999
- MARANGONI, A. G., PALMA, T., STANLEY, D. W. Membrane effects in postharvest physiology. **Postharvest Biology and Technology**, v. 7, p. 193-217. 1996
- MAROUSKY, F. J., HARBAUGH, B. K. Ethylene-induced floret sleepiness in  *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln. **HortScience**, v. 14, p. 505-507, 1979
- MAXIE, E. C., FARNHAM, D. S., MITCHELL, F. G., SOMMER, N. F., PARSONS, R. A., SNYDER, R. G., ERA, H. L. Temperature and ethylene effects on cut flower of carnation ( *Dianthus carophyllus* L.). **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 98, p. 568-572, 1973
- MAYAK, S.; ACCATI, G.E.; KOFRANEK, A.M. Carnation flower longevity microbial population as related to silver nitrate stem impregnation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 102, p. 637-639, 1977
- MIRANDA, R. M., CARLSON, W. H. Anatomy, physiology and chemical control of petal abscission of hybrid geraniums ( *Pelargonium x hortorum* Bailey). **HortScience**, v. 16, p. 64, 1981

- MOR, Y., HARDENBURG, R. E., KOFRANEK, A. M, REID, M. S. Effects of silver-thiosulfate pretreatment on vase life of cut standard carnations, spray carnations, and gladiolus, after a transcontinental truck shipment. **HortScience**, v. 16, p. 766-768, 1981
- MOR, Y., REID, M. S., KOFRANEK, A. M. Role of the ovary in carnation senescence. **Scientia Horticulturae**, v. 13, p. 377-383, 1980
- MORITA, T., ASSUMPÇÃO, R.M.V. **Manual de soluções, reagentes e solventes**. 2 ed, São Paulo, Ed Edgard Blücher, 1972. 629 p
- NICHOLS, R., KOFRANEK, A. M, KUBOTA, J. Effect of delayed silver thiosulphate pulse treatments on carnation cut flower longevity. **HortScience**, v. 17, p. 600-601, 1982
- NOWAK, J., RUDNICKI, R.M. **Post-harvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants**. Portland, Timber Press, 210 p. 1990
- PAULL, R. E., GOO, T.T.C. Pulse treatment with silver nitrate extends vase life of anthuriums. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 107, p. 842-844, 1982
- PAULL, R. E., GOO, T.T. C. Ethylene and water stress in the senescence of cut anthurium flowers.. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 110, p. 84-88, 1985
- PAULL, J. L., KOFRANEK, A. M., KUBOTA, J. The influence of season on cut flower conditioning response in 'White Sim' carnations. **Acta Horticulturae**, v. 71, p. 273-277, 1977
- RED, M. S. Ethylene and abscission. **HortScience**, v. 20, p. 45-50, 1985

- REID, M. S., FARNHAM, D. S., McENROE, E. P. Effect of silver thiosulfate and preservative solutions on the vase life of miniature carnations. **HortScience**, v. 15, p. 807-808, 1980b
- REID, M. S., PAUL, J.L., FARHOOMAND, M.B., KOFRANEK, A.M., STABY, G.L. Pulse treatments with the silver thiosulfate complex extend the vase life of cut carnations. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 105, p. 25-27, 1980a
- REID, M. S., EVANS, R. Y., DODGE, L. L., MOR, Y. Ethylene and silver thiosulfate influence opening of cut rose flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 114, p. 436-440, 1989
- ROGERS, M. N. An historical and critical review of postharvest physiology research on cut flowers. **HortScience**, v. 8, p. 189-194, 1973
- SACALIS, J. N. Effect of gynoecium excision on auxin-mediated promotion of petal senescence in cut carnation flowers. **Journal Plant Physiology**, v. 133, p. 734-737, 1989
- SANDERS, I. D.; SMITH, A. R.; HALL, M. A. Ethylene metabolism and action. **Physiologia Plantarum**, v. 66, p. 723-726, 1986
- SEREK, M. Ethephon and silver thiosulfate affect postharvest characteristic of *Rosa hybrida* 'Victor Parade'. **HortScience**, v. 28, p. 199-200, 1993
- SEREK, M., JONES, R. B., REID, M. S. Role of ethylene in opening and senescence of *Gladiolus* sp. flowers. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 119, p. 1014-1019, 1994a
- SEREK, M., REID, M. S., SISLER, E. C. A volatile ethylene inhibitor improves the postharvest life of potted roses. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 119, p. 572-577, 1994b

- STABY, G.L., REID, M.S. Silver thiosulfate a key to carnation longevity. **Florists Reviews**. v. 18, p. 22-23, 1980
- TJOSVOLD, S. A., WU, M., REID, M. S. Reduction of postproduction quality loss in potted miniature roses. **HortScience**, v. 29, p. 293-294, 1994
- TREADWELL, F. P. **Analytical chemistry qualitative analysis**, Wiley, New York, 1949
- VEEN, H., Van DE GEIJN, S. C. Mobility and ionic form of silver as related to longevity of cut carnations. **Planta**, v. 140, p. 93-96, 1978
- VEEN, H. Silver thiosulfate: and experimental tool in plant science. **Scientia Horticulturae**, v. 20, p. 211-214, 1983
- WATERS, W. E. Relationship of water salinity and fluorides to keeping quality of chrysanthemum and gladiolus cut-flowers. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, v. 92, p. 633-640, 1968
- WOLTERING, E. J., TEN HAVE, A., LARSEN, P. B., WOODSON, W. R. Ethylene biosynthetic genes and inter-organ signalling during flower senescence. In: **Society for Experimental Biology Seminar Series 55: Molecular and Cellular Aspects of Plant Reproduction**. Cambridge: Eds Scott R. J. e Stead A. D. p. 285-307, 1994
- WOLTERING, E. J., SOMHORST, D., DE BEER, C. A. Roles of ethylene production and sensitivity in senescence of carnation flower (*Dianthus caryophyllus*) cultivars White Sim, Chinera and Epomeo. **Journal of Plant Physiology**, v. 141, p. 329-335, 1993
- WOODSON, W. R., PARK, K. Y., DRORY, A., LARSEN, P. B., WANG, H. Expression of ethylene biosynthetic pathway transcripts in senescing carnation flowers. **Plant Physiology**, v. 99, p. 526-532, 1992

**ANEXO**

Tabela 1A – Avaliação da eficiência dos modos de preparação testados na preparação da solução de TSP. Foram atribuídos pontos aos efeitos das soluções na longevidade das flores de asistásia, nos diferentes ensaios. Atribuiu-se uma pontuação máxima (10) ao modo de preparação cuja solução produziu maior longevidade, seguida por inteiras notas inferiores decrescentes aos modos de preparação que levaram a menores longevidades

Modo de prep.*	Ensaio**																		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	4	9	9	9	9	7	6	6	6	6	6	6	6	7	6	6	6	6	7
2	6	-	-	-	-	-	7	7	9	7	7	9	8		7	7	7	7	6
3	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-
5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	7	7	7	7	7	10	9	10	10	9	9	10	7	10	10	10	9	8	10
7	9	8	8	8	8	9	10	9	7	8	10	8	9	8	8	9	8	9	9
8	8	10	10	10	10	8	8	8	8	10	8	7	10	9	9	8	10	10	8
9	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	5	-	-	-	-
0	1	6	6	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5

Modo de prep.*	Ensaio**																		Média	Classif.
	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37		
1	6	6	7	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6,4	5
2	10	7	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7,1 <sup>a</sup>	4
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	9	8	10	9	10	10	10	10	10	9	9	10	10	8	9	9	10	10	9,1	1
7	8	9	9	10	8	9	9	8	8	8	8	8	10	8	8	8	8	9	8,5	3
8	7	10	8	8	9	8	8	9	9	10	10	9	9	10	10	9	8	8,9	2	
9	5	5	4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,3 <sup>b</sup>	7
0	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4,9	6

\*Modo de prep.: 1- Solução Tradicional – Lento (Ag/Ts), 2- Solução Tradicional – Rápido (Ag/Ts), 3- Solução Inversa – Lento (Ts/Ag), 4- Solução Inversa – Rápido (Ts/Ag), 5- Cristais – Rápido (Ag/Ts), 6- Cristais – Lento (Ag /Ts), 7- Cristais Invertido – Rápido (Ts /Ag), 8- Cristais Invertido – Lento (Ts/Ag), 9- Solução AgNO<sub>3</sub> puro, 0- Controle (água destilada, bidestilada ou de torneira pura)

\*\* Ensaio: 1- Eficácia de modos de preparação; 2- Efeito da prata à concentração 0,05 mol m<sup>-3</sup>; 3- Efeito da prata à concentração 0,1 mol m<sup>-3</sup>; 4- Efeito da prata à concentração 0,5 mol m<sup>-3</sup>; 5- Efeito da prata à concentração de 1 mol m<sup>-3</sup>; 6- Efeito da prata à concentração de 5 mol m<sup>-3</sup>; 7- Influência do tempo de pulso de TSP, 10 min; 8- Influência do tempo de pulso de TSP, 30 min; 9- Influência do tempo de pulso de TSP, 60 min; 10 - Influência do tempo de pulso de TSP, 120 min; 11- Eficácia das soluções em estacas com 0,10 m; 12- Eficácia das soluções em estacas com 0,20 m, 13- Eficácia das soluções em estacas com 0,30 m; 14- Aplicação de íons Ag<sup>+</sup> na forma de pulverização; 15- Fornecimento de íons Ag<sup>+</sup> por imersão direta dos botões nas soluções de prata; 16- Eficácia de solução de TSP puro; 17- Pulso de Ethrel seguido de pulso com solução de TSP (ET → TSP); 18- Pulso de TSP seguido de pulso com solução de Ethrel (TSP → ET); 19- Pulso de Ethrel com solução de TSP (ET + TSP); 20- Solução de TSP via pulverização seguido de pulso com Ethrel; 21- Pulso com ethrel seguido de pulverização de TSP; 22- Solução de Ethrel via pulverização seguido de pulso de TSP; 23- Pulso com TSP seguido de pulverização com Ethrel; 24, 25, 26, 27, 28 e 29 – Eficácia de soluções de TSP

envelhecidas por 0, 16, 20, 27, 41 e 69 dias antes do ensaio, respectivamente; 30- Eficácia de modos de preparo das soluções de TSP, com água destilada; 31- Eficácia de modos de preparo das soluções de TSP, com água de torneira (local 1); 32- Eficácia de modos de preparo das soluções de TSP, com água de torneira (local 2); 33- Eficácia de modos de preparo das soluções de TSP, com água de torneira (local 3) destilada; 34, 35, 36 e 37- Eficácia de modos de preparação, com 23, 46, 115 e 184  $\mu\text{L} \cdot \text{L}^{-1}$  de cloreto, respectivamente  
a: média do total de 32 ensaios realizados; b: média do total de 7 ensaios realizados

